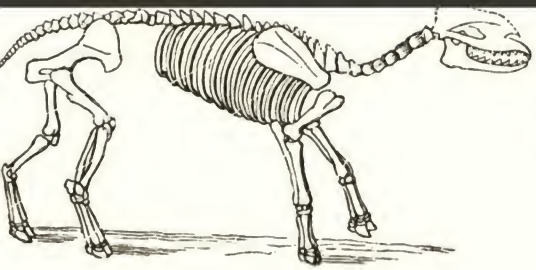


Anoplotherium.

Semiophorus.

Vorschule der Naturwissenschaft

Maximilian Perty

Digitized by Google

4. nat. 344 m

Digitized by Google

<36634934660019

<36634934660019

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Vorschule

der

Naturwissenschaft.

Leichtfaßliche Uebersicht

der

Haupt-Formen und -Erscheinungen.

Von

Dr. Maximilian Perty,

öffentl. ordentl. Professor an der Universität zu Bern, Mitglied gelehrter Gesellschaften.

Mit 216 Holzschnitten.

Stuttgart,

J. B. Müller's Verlagshandlung.

1853.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Druck der K. Hofbuchdruckerei zu Guttenberg in Stuttgart.

Digitized by Google

Herrn

Hofrath G. H. v. Schubert,

Mitglied der K. Akademie der Wissenschaften, Professor an der Universität zu München, Ritter mehrerer Orden ꝛc.

hochachtungsvoll zugeeignet

vom Verfasser.

Digitized by Google

Vorwort.

Loupen und Taschenperspektive haben bei ihrer sonstigen Beschränktheit vor zusammengesetzten Mikroskopen und großen Fernröhren den Vorzug eines weiten Gesichtsfeldes, so daß sie einen größern Kreis von Gegenständen zugleich überblicken lassen. Freilich darf Niemand von solchen kleineren Instrumenten eine besondere Einsicht in das Detail der Gegenstände erwarten, das Kleinste und Fernste wird durch sie entweder gar nicht oder nur unbestimmt, und nur wenn es größere Massen bildet, wahrnehmbar werden. Wegen ihres größern Sehfeldes lassen hingegen solche kleinere Hülfsmittel die allgemeine Gestalt und den Zusammenhang der Objekte besser erkennen als Mikroskope und Refraktoren, welche nur ein Fortrücken von Punkt zu Punkt gestatten, während das kleine Instrument mit jedem Blick gleich größere Massen erfassen läßt. Alle aber, welche sich mit mikroskopischer oder teleskopischer Untersuchung oder auch nur Betrachtung beschäftigen, beginnen mit kleineren Instrumenten, welche leicht mitzuführen und zu handhaben sind, und selbst die mit solchen Dingen Vertrauten verschmähen es nicht, neben ihren großen Instrumenten auch noch kleinere zu besitzen und bisweilen zu allgemeiner Orientirung und Vergleichung zu gebrauchen.

Einem solchen kleineren Werkzeug gleicht nun in seiner Art das vorliegende Buch. Freundlich eingeladen von dem Herrn Verleger, eine Vorschule der Naturwissenschaft zu schreiben, glaubte ich dem Publikum besser zu dienen, wenn ich statt allgemeiner Reflexionen oder theoretischer und methodischer Erörterungen gleich einen Abriß der Hauptzweige der Wissenschaft selbst gäbe, dem Leser alsobald die Gegenstände und Erscheinungen zur Betrachtung vorführend, deren Erkenntniß die Aufgabe unserer Wissenschaft ist.

Digitized by Google

Niemand, welcher naturgeschichtliche Werke dieses Umfanges und Zweckes gebraucht, wird von ihnen eine Einführung in das Detail und die Tiefe der Gegenstände, wohl aber einen klaren Ueberblick ihrer Massen und deren gegenseitiger Verhältnisse verlangen. Und wenn nun — um bei unserem Gleichniß zu bleiben — gute Loupen und Taschenperspektive, im Gegensatz zu schlechten, schon bei geringer Vergrößerung verhältnißmäßig viel Detail zeigen (vermöge der Lichtfülle und Schärfe der Bilder, welche die Meister in diesem Fache ihnen zu geben wissen), so darf man auch von kleineren Werken, wie das vorliegende, Aehnliches erwarten, wenn sie ihrer Bestimmung entsprechen sollen. *) Es ist nun die Sache des Publikums, ob es sich von dieser „Vorschule" angesprochen und einigermaßen befriedigt finden will; der Verfasser hat sich bemüht, demselben die Vollkommenheit zu geben, welche ihm nach seiner Begabung und den erworbenen Kenntnissen möglich war, vor Allem Oberflächlichkeit vermeidend, welche eines so großen Gegenstandes unwürdig ist, — der Herr Verleger seinerseits hat Mühe und Kosten nicht gescheut, welche die angemessene Ausstattung des Buches erforderte. Möge dasselbe den Sinn für eine edle und tiefe Betrachtung der Natur wecken und die, welchen es gegeben ist, auf vollkommnere Erkenntniß vorbereiten!

Bern, im Spätherbste 1852.

Mar. Perty.

---

*) Spezieller ausgeführt sind manche Parthieen in meiner früher erschienenen: „Allgemeinen Naturgeschichte, als philos. und Humanitätswissenschaft bearbeitet". 4 Bde. Bern 1838—45.

Digitized by Google

Inhalts-Ueberſicht.

Seite

Einleitung 1

Eintheilung der Naturwiſſenſchaft 8. 10

Erſter Abſchnitt. Phyſik. Lehre von der Materie und ihren Erſcheinungen.

Erſtes Hauptſtück: Kineſiologie, Bewegungslehre (Phyſik im engern Sinne).

Allgemeine Verhältniſſe der Körper. Gleichgewicht. Mechaniſche Bewegung §. 1—25 12

Bewegung durch Schwingungen materieller Theile. Schall. §. 26—32 20

Bewegung durch Aetherſchwingungen (Lehre von den ſog. Imponderabilien oder Dynamiden: Licht, Magnetismus, Elektricität, Wärme . 24

Das Licht. Optiſche Werkzeuge. §. 33—57 . . . . . —

Der Magnetismus. §. 48—56 32

Elektricität; Galvanismus; Elektromagnetismus. §. 57—76 . 34

Die Wärme. §. 77—88 43

Zweites Hauptſtück: Miſchungslehre, Stöchiologie (Chemie):

Allgemeine Verhältniſſe. — Elemente, Trennung, Verbindung. §. 89—109 48

Nähere Darſtellung der Elemente und einiger unorganiſcher Verbindungen. §. 110—140 56

Organiſche Verbindungen 65

Zweiter Abſchnitt: Kosmik, Weltkörperlehre.

Drittes Hauptſtück: Uranologie, Lehre von den Geſtirnen.

Allgemeine Verhältniſſe. §. 147—159 70

Digitized by Google

Seite

Unsere Sonne und ihr System. §. 160—195 77
Der Sternhimmel. §. 196—214 93
Schlußbetrachtungen. §. 215—225 100

Viertes Hauptstück: Lehre von der Erde, Geologie. §. 226 105
Die Atmosphäre. §. 227—238 . . . . . —
Das Meer und die Gewässer der Feste. §. 239—252 110
Die Erdfeste nach ihrer Gestaltung u. physischen Beschaffenheit. §. 253—59 116
Die Bestandtheile der Erdfeste. §. 260—266 120
System der einfachen Mineralien. Nach Naumann. §. 267—281 . . 124
Felsarten; Versteinerungen. §. 282—288 129
Geognostische Anordnung der Felsarten. (Bau der Erdrinde) . . . 132
A. Plutonische und vulkanische Bildungen. (Primitive Gebirge, Urgebirge, primäre Formationen.) §. 289—293 . . . 133
B. Neptunische oder geschichtete Bildungen. (Sekundäre und tertiäre Formationen, Diluvium u. Alluvium.) §. 294—316 135
Das planetarische Leben in seiner eigenthümlichen Gestaltung. §. 317—32 151
Bildung und Veränderungen der Erde. §. 333—47 157

Dritter Abschnitt: Organik. Lehre von den belebten Wesen.

Vorbemerkungen. §. 348—361 164
Fünftes Hauptstück: Pflanzenlehre, Phytologie 172
A. Vom Pflanzen-Organismus:
a) Von den Elementartheilen. §. 362—369 . . . . . —
b) Von den Organen. §. 370—406 176
c) Vom Leben der Pflanze. §. 407—422 194
B. Vom Pflanzenreich:
d) Conformation und Systematik des Pflanzenreichs. §. 423—26 202

Uebersicht des natürlichen Pflanzen-Systems.

(Nach Bartling und Bischoff.)

Erstes Unterreich: Plantae Cryptogamae seu Sporiferae.
Kryptogamen, Sporenpflanzen 204
Erste Abtheilung: Cellulares, Zellenpflanzen:
1. Klasse: Agamae. § 427.
2. Klasse: Cellulares sexuales. 428.
Zweite Abtheilung: Cryptogamae vasculares . . . 206
3. Klasse: Vasculares. 429.

Digitized by Google

Seite

Zweites Unterreich: Plantae Phanerogamae:

Erste Abtheilung: Monocotyledoneae. §. 430—31 . —

4. Klasse: Epicarpae. 430.

5. Klasse: Hypocarpae. 431.

Zweite Abtheilung: Dicotyledoneae 210

6. Klasse: Apetalae seu Perigoniatae. 432.

7. Klasse: Monopetalae. 433.

8. Klasse: Polypetalae. 434.

e) Von der Vertheilung der Pflanzen über den Erdkörper. 435—44 218

f) Entwickelung und Schicksale der Pflanzenwelt. §. 445—51 . 223

Sechstes Hauptstück: Thierlehre, Zoologie:

A. Vom thierischen Organismus 227

a) Elementartheile und chemisches Verhalten. §. 452—55 . . —

b) Organe und Systeme. Körperform und Größe. §. 456—90 230

c) Lebenserscheinungen der Thiere. §. 491—534 254

Allgemeine Erscheinungen. §. 535—539 277

d) Das psychische Leben der Thiere. §. 540—547 280

B. Vom Thierreiche:

Systematische Uebersicht des Thierreichs. §. 548—551 285

Eintheilung der Thiere. §. 552 287

Erstes Unterreich: Zoidia.

Erster und einziger Kreis: Archezoa, Urthierchen . . . 288

1. Klasse: Infusoria, Infusorien. 553.

2. Klasse: Rhizopoda, Wurzelfüßer. 554.

Zweites Unterreich: Zoa.

A. Cormozoa, Rumpfthiere.

Zweiter Kreis: Radiata, Strahlthiere. §. 555—557 . . 289

3. Klasse: Anthozoa, Blumenthiere. 555.

4. Klasse: Acalepha, Quallen. 556.

5. Klasse: Echidermata, Stachelhäuter. 557.

Dritter Kreis: Vermes, Würmer. §. 558—560 . . . 292

6. Klasse: Ilingopoia, Wirbler. 558.

7. Klasse: Helminthia. 559.

8. Klasse: Annelida, Ringelwürmer. 560.

Vierter Kreis: Mollusca, Weichthiere. §. 561—563 . . 295

9. Klasse: Acephala, kopflose Weichthiere. 561.

10. Klasse: Cephalophora, Schnecken. 562.

11. Klasse: Cephalopoda, Kopffüßer, Kraken. 563.

B. Arthrozoa, Gliederthiere.

Fünfter Kreis: Articulata. §. 564 299

12. Klasse: Crustacea, Krufter. 564.

13. Klasse: Arachnida, Spinnenthiere. 565.

14. Klasse: Insecta, Kerfe. 566.

Digitized by Google

Seite

C. Cephalozoa, Kopfthiere.

Sechster Kreis: Vertebrata, Wirbelthiere. §. 567—571 . 308

a) Kaltblütige:

15. Klasse: Pisces, Fische. 567.
16. Klasse: Amphibia, Lurche. 568.
17. Klasse: Reptilia, Reptilien. 569.

b) Warmblütige.

18. Klasse: Aves, Vögel. 570.
19. Klasse: Mammalia, Säugethiere. 571.

e) Vertheilung der Thiere über die Erde. §. 572—581 . . . 320

f) Entstehung und Schicksale der Thierwelt. §. 582—592 . . . 326

Vom Menschen. §. 593—606 331

Schluß 339

Zusätze und Verbesserungen 342

Digitized by Google

Einleitung.

Natur nennen wir den Inbegriff der durch die Sinne wahrnehmbaren Dinge, welche nicht vom Menschen hervorgebracht sind.

Die Sinne sind die Werkzeuge, mit welchen wir die Außenwelt auffassen; sie sind zugleich die Pforten, durch welche sich unser Inneres gegen sie aufschließt. Der Anfang der Naturerkenntniß beginnt mit Sinneswahrnehmung; alsobald tritt aber die höhere Kraft des Menschen hinzu: das bloße Beschauen, Hören, Betasten ꝛc. wird zur zweckmäßigen Beobachtung, zum verständigen Versuch und die ordnungslose Masse einzelner Erkenntnisse und Begriffe ordnet sich durch die Macht der Vernunft zu einem geschlossenen organischen System: der Wissenschaft.

Die Natur ist für uns nicht nur der unerschöpfliche Born, aus welchem wir die Bedürfnisse unseres leiblichen Lebens schöpfen, sie ist auch die unentbehrliche Voraussetzung für die Entwicklung unseres Geistes. Indem wir das Nebeneinandersein ihrer zahllosen Formen wahrnehmen, entsteht uns der Begriff des Raumes; ihre Bewegungen und Veränderungen eröffnen uns den Begriff der Zeit; Werden und Vergehen, Gestalten und Verwandeln der Dinge erhalten die betrachtende Seele in Spannung und wechselnder Stimmung.

Welches Leben in diesem ruhigen kleinen Gewässer, auf welches die Strahlen der sinkenden Frühlingssonne fallen! Pflanzen vielfacher Bildung umsäumen seinen Rand, erheben sich aus seinem Grunde, wieder andere mit fremdartig gestalteten Blättern feinsten Gewebes bleiben unter seinem Spiegel versenkt. Das forschende Auge, immer aufmerksamer in die Tiefe blickend, gewahrt reiches Leben; Thiere verschiedenster Art flattern über die spiegelnde Fläche oder gleiten rasch über sie hin; andere treiben sich unter der Oberfläche umher, jedes seiner Lust und seinen Lebenszwecken nachgehend. Und je länger du blickst, desto mehr Formen und Farben und Bewegungen erkennst du, und doch ist, was dein bloßes Auge sieht, nur ein Theil des wirklich Vorhandenen; ein einziges Glas Wasser aus diesem Teiche gewährt dem

Digitized by Google

bewaffneten Blick den reichsten Stoff zu sinniger Betrachtung. Rings umher entfalten sich immer neue Erscheinungen, neues Leben, neue Schönheit; wie läuft, klettert, fliegt und summt diese kleine Welt thierischen Lebens! Die Wiese und der Hag neben ihr, von Blüthen überdeckt, von kleinen und größeren Thieren bevölkert und umschwärmt, der rauschende Wald im Hintergrunde sind so reich an Leben, so überströmend von wunderbaren Erscheinungen, daß der Weiseste ihre Geheimnisse, ihre Räthsel nicht vollkommen durchdringt, und doch wieder so leicht zu fassen und zu genießen, daß schon das Kind in ihrem Anschauen sich beseligt fühlt. Die Felstrümmer, von der Wand des Berges niedergestürzt, über welche Dein Fuß eben wandelt, mit den Ueberresten versteinerter, jetzt nicht mehr vorhandener Geschöpfe, verkünden dem Unterrichteten uralte, wunderbare Geschichten, sie erzählen in ihrer stummen Sprache, woher sie gekommen und wie sie eben so geworden; sie lassen schließen, was auf der Erde sich begeben, ehe noch der Mensch auf ihr wandelte, wo Meer und Land anders als jetzt vertheilt waren, eine anders beschaffene Luft von Pflanzen und Thieren geathmet wurde, deren Bau von dem der jetzigen so vielfach abwich.

Der Abend dämmert, die Sterne steigen auf; der Unendlichkeit der Zeit tritt die Unendlichkeit des Raumes zur Seite; der nach Oben gewendete Blick, zuerst nur wenige glänzende Punkte erschauend, nimmt immer mehr, immer kleinere, immer fernere wahr; unaufhörlich tauchen neue Heere hervor aus dem dunkeln Azur. Aber mit diesen Tiefen und Weiten von Raum und Zeit gehen deinem Geiste unter ahnenden Schauern auch seine eigenen Tiefen auf, und wie du vorher das äußere Auge erhoben, so sucht jetzt dein inneres das Dunkel zu durchdringen, welches dich umfängt. — Was ist das Bleibende über allem Wechsel? Die Jahreszeiten kommen und gehen, Wind und Wellen eilen vorüber, die Flammen steigen auf und verschwinden, was geboren wird und wächst, vergeht wieder. Die Natur erscheint wohl deinem noch nicht gereiften Geiste als ein regelloses und unendlich verwickeltes Spiel bewegender und verändernder Kräfte, kommender und schwindender Erscheinungen, unaufhörlichen Schaffens und Zerstörens bloß um dieser selbst willen. Wenn du aber an der Hand der Weisheit dich leiten lässest, so wirst du zur Erkenntniß der Wahrheit gelangen. Wende den forschenden Blick zuerst auf dich selbst! Dein Auge, noch entzückt von der Lieblichkeit, wie von der Größe der Erscheinungen, die es eben geschaut, ist so kunstvoll, so zweckmäßig eingerichtet, daß in seinem kleinen Umfang sich die Welt spiegelt, deine Glieder gehorchen der leisesten Regung des Willens, die freie Himmelsluft erfrischt dich mit jedem Athemzuge und läßt dein Herz mit immer erneuter Kraft die Wellen des Blutes durch die Adern treiben. Die Speise, welche dir die gütige Natur bietet, wird durch ein künstliches System von Organen in Lebenssaft verwandelt, der alle übrigen befähigt, ihre Verrichtungen zu vollbringen. In deinem Leibe, einer Welt im Kleinen, greifen alle Thätigkeiten so richtig in einander, werden alle Aufgaben so zweckmäßig gelöst, daß dein Leben ungeachtet des Kraftaufwandes, welchen Bewegungen

Digitized by Google

und Arbeiten aller Art erfordern, doch in seinem Bestande bleibt und selbst ungünstigen Einwirkungen in hohem Grade zu widerstehen vermag. Dein Leib ist aber nur ein unendlich kleiner Theil des Ganzen; aber wie in diesem Kleinen, so herrscht auch im unermeßlichen Ganzen die höchste Weisheit und Gesetzmäßigkeit. Das über alle deine Begriffe zusammengesetzte Spiel der verschiedensten Kräfte ist zu einem System höchster Vernunft verbunden; allen sind ihre Bahnen, ihr Umfang, ihre Art und Größe bestimmt, jede wirkt auf alle anderen, beschränkt und fördert sie zugleich und das Ergebniß des Ineinanderwirkens ihrer aller ist der Wunderbau des Universums und sein Fortbestehen.

Dein Leib ist aber in der Zeit geworden, wie alle anderen dieser Welt, nach und nach ermatten seine Kräfte, er wird unfähig, die frische, lebendige Wechselwirkung mit den Weltkräften ferner zu unterhalten, — da kommt der Augenblick, wo das Einzelne den Schauplatz verläßt und Andere seine Stelle einnehmen. Du erkennst jetzt, daß nur die Welt als Ganzes fortbesteht, bei ewigem Entstehen und Vergehen der Einzelnen in ihr. Dein Geist erhebt sich und findet jetzt oder später, daß nur unter dieser Voraussetzung die Frische und Schönheit des Ganzen bestehen kann, daß das Leben nicht ein erstarrter Ocean ist, in dem alle einmal gebildeten Wellen für immer bleiben, sondern ein fließender Strom, aus der Unendlichkeit entsprungen und in sie fortziehend. Und es wird die Zeit kommen, wo du versöhnt seyn wirst mit dieser Wahrheit, nachdem du erkannt hast, daß in dir selbst zwei Welten sind, oder eigentlich du immer in zwei Welten gelebt hast: in einer vergänglichen und einer bleibenden.

Bist du, mag dein Leben nun kürzer oder länger gewährt haben, nicht immer dem innersten Wesen nach der Gleiche geblieben bei aller Veränderung, die dein stets sich verwandelnder Leib erfuhr, bei aller Bereicherung und Erweiterung, die deinem Geiste wurde? Reicht nicht deine Erinnerung zurück in die frühesten Jugendjahre, wohl bis zur Zeit, wo du zum erstenmale dich als selbstbewußtes Wesen, als Ich fühltest? Bist du nicht jede Nacht wieder in jenen Zustand bewußtlosen Daseyns zurückgesunken, in welchem du dich vor jener Zeit des eintretenden Selbstbewußtseyns befandest, und hast doch nach jedem Erwachen dich selbst wieder als den Gleichen gefunden und erkannt? Freude und Schmerz haben dich abwechselnd bewegt, gesunde und kranke Tage sind an dir vorübergegangen, dein Leib hat sich unaufhörlich durch Aufnahme neuer und Ausscheidung alter Theilchen verändert und doch fühlst du dich noch immer als das gleiche Wesen. In dir ist also ein Bleibendes mit einem Vergänglichen verbunden; das Bleibende in dir ist es, welches will und weiß, welches immer zahlreicher werdende Anschauungen, Erfahrungen, Erkenntnisse festzuhalten vermag, welches eine sich immer reicher gestaltende unräumliche Welt in sich erbaut. Je länger du lebest, desto mehr wirst du in dieser innern Welt, der Welt des Geistes, leben; sie vermag zu wachsen, wenn auch die Kräfte deines Leibes sinken.

Digitized by Google

Was du äußerlich vollbringst, Gutes und Schlimmes, Vernünftiges und Schädliches, geht aus deinem Geiste hervor. Dein Leib ist ohne ihn fast nur einer Pflanze gleich; wenn dein Geist nicht in deinem Auge, deinem Ohre ist, so siehst und hörst du mit offenen Augen und Ohren nicht. Konnte aber das kleinste Werk, was du hervorbringst, nur durch die Thätigkeit deines Geistes werden, spricht sich dieser in ihm aus, ist dein Werk eine Verkörperung, eine sinnliche Darstellung eines Gedankens oder einer Verbindung von Gedanken deines Geistes, siehst du nirgends etwas Vernünftiges, Zweckgemäßes entstehen ohne vernünftigen, zweckbewußten Geist, — glaubst du wohl, daß dein so künstlich gebauter Leib (die sinnreichsten und complicirtesten Maschinen sind einfach und roh gegen ihn) von selbst, etwa durch bewußtlose, blinde Naturkraft entstehen konnte? Und wenn du siehst, daß alle äußeren Verhältnisse mit den Bedürfnissen aller Wesen in Uebereinstimmung gebracht sind, daß Alles im unermeßlichen Ganzen sich stützt und trägt, Alles zu einem vernünftigen System verbunden ist, könntest du es für möglich halten, daß diese Welt, deren Betrachtung und Erforschung die edelsten Geister mit staunender Bewunderung erfüllt, deren Einrichtung und Gesetze sie nur nach und nach und nur bis auf einen gewissen Grad zu erkennen vermögen, nur durch das Spiel bewußtloser Kräfte entstanden sey, die vorausfehende Vernunft aus der Blindheit, die Ordnung aus dem Durcheinander, der selbstbewußte Geist aus dem dunkeln Stoff? Glaube nicht, etwa an dir selbst ein Beispiel solchen Entstehens zu haben, indem du anfänglich auch bewußtlos warest und erst später, als deine Sinne sich aufthaten und dein Leib etwas erstarkte, zum Bewußtseyn gelangtest. In dem Keime, aus dem du hervorgingst, waren vielmehr schon jene beiden Substanzen, die deines Geistes und die deines Leibes, vorhanden; dein Geist ist nicht aus dem Bewußtlosen hervorgegangen, du bist von bewußten Wesen entsprungen, und von dir und uns mit dir Lebenden reicht die Kette bewußter Ahnen bis zum Ursprung des menschlichen Geschlechtes zurück. Ueberall im Universum nehmen wir mit der Erscheinung das Gesetz, mit der Materie zugleich die ordnende Vernunft wahr.

Richte deinen Blick auf die wunderbare Verkettung aller Dinge! Daß die erquickende Frucht erwachsen kann, ist das Ergebniß einer Reihe in einander greifender Thätigkeiten. Der Baum empfängt den rohen Nahrungssaft aus der Tiefe der Erde; die Einrichtung seiner schwammartig einsaugenden Wurzelfasern befähigt ihn, diesen Saft in sich aufzunehmen, der in den Millionen seiner Zellen und Röhren sich aufwärts bewegt, um in Aesten und Blättern zu wahrem Lebenssafte ausgebildet zu werden. Schon das Aufsteigen des Saftes, noch mehr seine Ausbildung, wird aber nur möglich durch die Kräfte der Oberwelt; Licht, Wärme, Elektricität müssen auf den Baum wirken, die Luft muß ihn erschüttern, Thau und Regen müssen ihn tränken, wenn er freudig leben soll. Die Luft selbst wird aber bewegt durch Kräfte anderer Gattung, durch Kräfte der Erde, der Sonne und des Mondes;

Digitized by Google

es entstehen in ihr Strömungen theils durch die Axendrehung der Erde, theils durch die fortwährende Wärmeausgleichung der verschiedenen Regionen und Schichten, durch die elektrischen Processe, welche hauptsächlich die Bildung der Meteore vermitteln; Sonne und Mond erregen Fluth und Ebbe im Luftkreise. Daß aber das unaufhörlich wechselnde Spiel der Elektricität fortzuwähren vermag, daß die lockende Wärme zum Fließen und Ausdehnen treibt und wieder das Festwerden des Flüssigen, die Bildung der Holzfaser, der Fruchtzellen möglich macht, — dazu muß das Licht der Sonne die Luft durchdringen, welches eben ihren Wärme- und Elektricitätszustand erregt; die Erde für sich würde nicht eine Purpurfrucht, nicht ein grünes Blatt erzeugen können, welche jener Lichtball aus 20 Millionen Meilen Entfernung in so überschwänglicher Fülle gedeihen läßt. Daß eben diese Pflanzen unter diesem Himmelsstrich vorkommen, ist eine Folge zahlreicher Bestimmungen, des Grades von Licht, Wärme und Feuchtigkeit, der horizontalen und vertikalen Lage, der herrschenden Luftströmungen, der Bodenbeschaffenheit u. s. w. Die Pflanzenwelt hängt von der elementaren Natur der Erde und von der Sonne ab; diese sind ihre nothwendige Voraussetzung; beim Thierreich kommt noch die Abhängigkeit von der Pflanzenwelt hinzu; elementare Natur, Pflanzenwelt und Thierwelt machen erst das Daseyn des Menschen, des Geistesorganismus dieser Erde, möglich. — Kein Wesen ist bloß für andere oder nur für sich, sondern jedes ist für sich und für andere da.

Dringt dein Geist mit den Mitteln der Wissenschaft in die Körperwelt ein, so tritt dir allenthalben Leben und nur Leben entgegen, Leben im weitesten Sinn als sich bethätigende Kraft; was Tod genannt wird, ist nur Zerstörung und Auflösung von Formen, welche den Verkehr mit der Welt zu unterhalten nicht mehr fähig sind; die Substanzen, welche den lebenden Körper bildeten, trennen sich in ihre näheren Bestandtheile und Elemente, und zerstreuen sich im größern Ganzen, um alsobald wieder in neue Zusammengesellung mit anderen einzugehen; kein Atom geht verloren. Jenes Trennen und Zusammengesellen sind nur möglich durch ein wunderbares Spiel von Abstoßung und Anziehung; ein Spiel, welches in der unorganischen Natur und in jedem lebenden Wesen an allen Punkten in der verschiedensten Weise ohne Aufhören stattfindet, ewiges Kommen und Gehen, Vereinen und Lösen. Und neben diesen stöchiologischen Processen gehen Bewegungsphänomene verschiedenster Art einher, Schwingungen und Erzitterungen von unaussprechlicher Feinheit, in bestimmter Beziehung zur Empfindung der organischen Wesen stehend, bewirkt durch die sogen. Dynamide: Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus. Wir wissen um sie, weil unser Sinnensystem zum Rapport mit ihnen gebildet ist; wie manche andere, die Welt im Innersten bewegende Dynamide mögen noch existiren, für die uns die Wahrnehmung fehlt! Alle Kräfte der Welt sind zu einem System nicht etwa bloßen Gleichgewichts, sondern solchen Ineinanderwirkens verbunden, daß durch dasselbe höhere Zwecke verwirklicht werden können, immer die niedrigere Stufe zur nothwendigen Voraussetzung und Grundlage einer

Digitized by Google

höhern wird. Indem ein Wesen nicht nur für sich, sondern auch für Andere da ist, muß eine über sein Seyn hinausgehende Bestimmung in es gelegt seyn, und da dieses bei allen Wesen stattfindet, wird jenes In- und Aufeinanderwirken, jene Erreichung höherer Zwecke, jene Verbindung zu einem allumfassenden System möglich. Schon daß in einer Pflanze oder einem Thiere Organe gebildet werden, die erst in einer spätern Zeit gebraucht werden sollen, z. B. die Athmungs- und Sinnesorgane beim Embryo, wird nur durch eine vorausschauende Potenz möglich; daß alle Wesen für und mit einander da sind, beweist eine in jedem vorhandene und zugleich alle übrigen umfassende Potenz; wir nennen dieses tiefste Innerste, und doch wieder Allgemeinste in den Dingen das Göttliche in ihnen, und schreiben dem Alles erfüllenden und durchdringenden Geiste jene vor- und zurückschauende Weisheit, jene Verbindung unzähliger Einzelnheiten zu einem harmonischen Universum zu. Es ist im Grunde dasselbe allumfassende Gesetz, welches dem Samenkorn des kleinsten Gewächses die Urgestalt desselben zugleich mit den Normen seiner Entwicklung einprägt, wie jedem Weltkörper die Mineral- und organische Welt, die aus ihm stufenweise hervorgehen soll (gleich den Blättern, Blüthen und Früchten aus dem Stamm einer Pflanze) nebst den Normen seiner Bewegung. Und so sehen wir, indem im Kleinsten das Größte, in jedem Einzelnen alle Anderen der Idee nach vorhanden sind, indem überall Form und Zweck im Einklang stehen, jedes Das erzeugen und thun, was es seiner Natur gemäß erzeugen und thun muß, jenes allumfassende Gesetz die Welt beherrschen und in Entwicklungsformen, die uns nur zum kleinsten Theile bekannt sind, mit Nothwendigkeit unbekannten Zielen entgegenführen.

Die Naturwelt ist aber offenbar eine nur bedingt und theilweise vollkommene, die Naturgewalten kämpfen fortwährend gegen einander; blühende Gegenden werden durch Wasserfluthen oder aus der Tiefe brechende Feuer zerstört, Menschenleben im Conflikt derselben Kräfte vernichtet, welche in anderer Wirkungsweise das Gedeihen des Menschenwohles fördern; vielfache Krankheiten und Mängel vererben sich oder erzeugen sich neu; die Umstände sind oft den Bedürfnissen nicht angemessen. Wie in der Mechanik Reibung nothwendig ist, um manche der bedeutendsten Wirkungen hervorzubringen, Reibung, welche zuletzt immer mit Zerstörung des Stoffes endigt, so auch ist der Zusammenstoß der Kräfte, in welchen Geringeres und Höheres verwickelt wird, untrennbar von ihrem Wesen. Der Leib des Menschen, aus zartem Stoffe gebildet und also leicht zerstörbar, ist eben deßhalb auch den feinen und leisen Eindrücken der Außenwelt leicht zugänglich und so ein empfindliches Instrument für die Erregung der Vorstellungen und hiemit für das Wachsthum des Geistes. Ein Diamant ist hart, Feile und gewöhnliches Feuer greifen ihn kaum an; eben deßhalb ist er aber auch starr und verschlossen, keiner innern Bewegung fähig. — Zahlreiche Uebel erwachsen übrigens dem Menschen durch Verletzung der Gesetze seines Daseyns; nicht wenig Krankheiten und Ungemach zieht er sich durch Sinnlichkeit und

Digitized by Google

Selbstsucht zu. Doch überwiegt bei weitem das Gute über das Schlimme; sonst bestände die Naturwelt ungeachtet ihrer Mängel und Schrecken nicht in herrlicher Schöne und das Menschengeschlecht hätte sich nicht über die ganze Erde ausgebreitet, wäre nicht in Erkenntniß und Genuß fortgeschritten. So glänzen auch die Sterne in wundervoller Pracht und doch werden auf allen Kämpfe und Verwicklungen stattfinden; die Erde mag in gewisser Entfernung als ein schöner Stern erscheinen trotz ihrer Regengürtel und Wolkenzüge.

Nichtsdestoweniger ist diese Welt eine unvollkommene und wir geben uns gerne dem Glauben hin, daß selbst diese Unvollkommenheit höheren Zwecken dienen könne. Wenn die Welt das Mittel ist, in welchem der Geist des Menschen zum Bewußtseyn und zur Unterscheidung seiner selbst gelangt, so wird er bald, wenn er nicht flach oder noch unreif ist, zur Einsicht gelangen, daß sie mit ihren Mängeln, mit ihrem Wechsel und ihrer Vergänglichkeit auf die Dauer seinen höchsten Zwecken und Bedürfnissen nicht genügen könne; sie selbst weist ihn durch ihre Unvollkommenheit auf vollkommnere Daseynsformen hin. Wäre sie von jenen Mängeln frei, böte z. B. der Leib des Menschen zerstörenden Naturgewalten Trotz, bliebe er von Krankheit und Alter verschont, so würde das natürliche Daseyn den höhern Keim, die Zaubergewalt des Sinneslebens die ewigen Ideale überwuchern und die Menschheit möchte zu einem Titanengeschlechte werden, das, Nichts fürchtend und achtend, überall nur der eigenen Stärke vertrauend, in Selbstzerstörung endigte. Damit die zarte Himmelspflanze nicht erstickt werde von den Schlinggewächsen der Erde, wächst sie nach oben, einer feineren Luft entgegen, in welcher jene verdorren und abfallen. Der in sich gereifte Geist fühlt sich nur befriedigt in einer Welt ganz harmonischer Zusammenordnung (nicht fremdartigen Nebeneinanderseyns, das steten Kampf bedingt und fortwährende Verwicklungen, die sich durch Gewalt und Katastrophen auflösen), in einem Reiche ewiger Liebe, Freiheit und Wahrheit; auf dieses weist ihn seine Anlage, sein Bedürfniß und Entwicklungsgesetz hin. Das Bewußtseyn endlich, daß die Naturgewalten nur den Leib zu vernichten vermögen, der Geist aber frei durch sie hinschreitet, vermindert den Schmerz der Trennung von den Scheidenden, welcher andrerseits selbst wieder zu einem Erwecker tieferer Erkenntniß wird.

Wer die — hier mit wenigen Worten angedeutete — Bedeutung und Bestimmung der Natur nicht erkannt hat, geht auch in der Geisteswelt in der Irre. Sie kann aber nicht erkannt werden ohne den Begriff des Gegensatzes von Natur und Geist, die zwar in der Wurzel verbunden, doch in Entwicklung und Ziel aus einander gehen. Denen, welche den Geist, sein Können und Sollen, nicht kennen, verschwimmt Alles im bloßen Naturleben, geht Alles im Diesseits auf; diese Naturseligen kommen in ihrer flachen Beschränktheit nur bis zur Schale der Dinge, und wundern sich, wie man hinter dieser noch etwas Anderes vermuthen kann. Die aufrichtigste Bewunderung der Schönheiten der Naturwelt und die exacteste Erforschung ihrer Gesetze vertragen sich aber gar wohl mit dem Vorsatz, die Natur für

Digitized by Google

nicht mehr zu nehmen, als sie wirklich ist: für jene Region des universellen Systems, in welcher der Geist zum Bewußtseyn und zur Erkenntniß gelangen soll. Indem derselbe die Weisheit und Tiefe, die Fülle, Schönheit und Zweckmäßigkeit der Einrichtungen der materiellen Welt immer besser zu begreifen strebt, ist zugleich für ihn ein unermeßliches Feld der Uebung und würdigsten Beschäftigung aufgethan.

Eintheilung der Naturwissenschaft.

Wir unterscheiden im großen Ganzen der Natur eine Menge gesonderter, in feste Grenzen eingeschlossener Körper, und andere, welche an und für sich formlos, wie z. B. Luft, Wasser, nur von Körpern ihre Form empfangen, in denen sie etwa eingeschlossen sind. Die Grundlage der einen wie der anderen ist die Materie; der allgemeinste Charakter dieser ist (im Gegensatz zum Geiste) die Ausdehnung. Wir unterscheiden ferner Vorgänge, Erscheinungen (Phänomene) der verschiedensten Art und darunter solche, welche ohne Unterschied an gestalteten, wie gestaltlosen Körpern eintreten. Sie kommen durch die Zustände und Thätigkeiten der Materie zu Stande.

Betrachten wir die gestalteten Körper näher, so fällt uns vor Allem die unendliche Zahl von Thier- und Pflanzenformen auf, welche die Erde schmücken und bevölkern; nach oben gewahren wir in klarer Nacht eine unzählbare Menge himmlischer Körper, verschieden an Glanz und Farbe ihres Lichtes, wechselnder Größe, so und anders gruppirt, manche sichtlich bewegt, andere scheinbar ganz ruhend. Die Wissenschaft lehrt, daß unsere Erde selbst ein solcher Körper ist; wir würden sie in gewisser Entfernung als einen Stern unter den anderen sehen. Diese Körper von kolossalen Maßen, gewaltiger Ausdehnung und Entwicklungszeit bilden das Sphärenuniversum, den Sternhimmel, und entwickeln auf und aus sich die Elementar- und organische Welt.

Faßt man jene Erscheinungen und Vorgänge, welche an gestalteten und ungestalteten Körpern, also ganz allgemein, durch die ganze Natur vorkommen, näher in's Auge, so erkennt man zwei Hauptklassen derselben: die eine besteht vorzugsweise in Bewegungen, die andere in Aenderungen des Stoffes, der Substanz. Daß ich ein fernes Licht wahrnehme, beruht auf Fortpflanzung einer Bewegung in einem unendlich feinen, Alles erfüllenden Medium, Aether genannt, von jenem Lichte bis zu unserem Auge, und auf einer entsprechenden Bewegung (Schwingung) in den Theilen des Auges selbst, die sich bis ins Gehirn fortsetzt. Ebenso beruhen Schall und Wärme auf Bewegung; verwandelt sich Wasser in Dampf, nimmt irgend ein Stoff Gasgestalt an, so kann dieß nur durch Auseinanderrücken seiner Theilchen (unter Umgebung mit Wärme) geschehen; beim Fall bewegen sich die Körper

Digitized by Google

hauptsächlich nach dem Gesetz der Schwere; setzen sich feste, flüssige oder luftförmige Körper ins Gleichgewicht, so sind Bewegungen nothwendig; auch jene geheimnißvollen Kräfte, die wir Elektricität und Magnetismus nennen, sind mit Bewegungen verbunden und veranlassen solche. Wir werden also diese verschiedenen Arten der Bewegung, welche durch die ganze Natur, bei gestalteten und ungestalteten Körpern vorkommen, unter dem Namen der Bewegungslehre (Kinesiologie) abhandeln. — Eine andere Klasse von Erscheinungen beruht auf dem Stoff, der Substanz der Körper und dessen Veränderungen; mit letzteren wandelt sich mehr oder weniger das ganze äußere Ansehen um; so, wenn Körper verschiedener Substanz mit einander verbunden oder aus mehreren Substanzen zusammengesetzte Körper in diese getrennt, aufgelöst werden. Schwefel und Quecksilber mit einander erwärmt, geben Zinnober; Pottasche und Sand schmelzen im Feuer zu Glas zusammen; in diesen Fällen ist also je aus einem Paare von Körpern ein dritter entstanden, der keinem derjenigen gleicht, die sich zu ihm verbunden haben; diese gaben ihre eigene Beschaffenheit auf und von ihren sinnlichen Eigenschaften blieb wenig oder nichts übrig. Ebenso, wenn etwa ein Stück Kalk oder Marmor in seine Bestandtheile zerlegt wird; man erhält durch geeignetes Verfahren zwei Paare von Substanzen, welche den Kalk oder Marmor darstellten: Calciummetall (Grundlage der Kalkerde) mit Sauerstoff, und Kohlenstoff mit Sauerstoff, welche so viel wie Nichts von den sinnlichen Eigenschaften des Kalks oder Marmors an sich haben. Diese zweite Klasse von Vorgängen, die ebenfalls in der ganzen Natur stattfinden, betrachten wir in der Stoff- oder Mischungslehre. Bewegungs- oder Mischungslehre, weil sie überhaupt sich auf die Materie (abgesehen von ihrer Form) beziehen, deren Erscheinungen und Veränderungen darstellen, kann man überhaupt als die Lehre von der Materie, Physik in weiterem Sinn, begreifen.

Was nun die gestalteten selbstständigen Körper der Natur betrifft, so haben wir himmlische und irdische unterschieden. Wir wissen zwar, daß unsere Erde selbst nur ein Stern unter Sternen ist, aber weil wir auf ihr wohnen und leben, so bietet sie uns so viele Seiten der Betrachtung dar, welche uns die Ferne an allen anderen Weltkörpern verbirgt, daß sie außer ihren allgemeinen (astrologischen) Verhältnissen noch einer besondern nähern Erforschung unterzogen werden muß. Die Lehre von den Gestirnen nennen wir Sternlehre (Uranologie), die speciellere Betrachtung unserer Erde nach ihrem Bau, ihrer Ausbildung und Veränderung Erdlehre (Geologie); beide lassen sich wieder als eine Gruppe unter dem Namen Weltkörperlehre, Kosmik, zusammenfassen. — Die Mineralien betrachten wir als Bestandtheile des Erdkörpers in der Weise, wie die Bestandtheile der Pflanzen- und Thierkörper, welche ja auch sehr verschieden, theils gestaltlos, theils gestaltet, einfach oder zusammengesetzt sind. Die irdischen, gestalteten, selbstständigen Körper sind Pflanzen oder Thiere; es ergibt sich hiedurch eine Abtheilung in Pflanzenlehre (Phytologie) und Thierlehre (Zoologie). Der Mensch kann nach seinem Leibe ebenfalls in der Zoologie

Digitized by Google

betrachtet werden; sein Leib ist der vollkommenste, gewissermaßen das Ideal, auf welches die höchste Thierreihe immer deutlicher hinweist; freilich wird durch die höhere Beziehung, welche der Mensch außerdem hat, auch sein Leib erhöht und verklärt. In den Pflanzen sehen wir das bildende Leben allein herrschen, in den Thieren kommt die Empfindung hinzu; im Menschen das Selbstbewußtseyn. Phytologie und Zoologie (nebst physischer Anthropologie) können unter dem Namen Organik zusammengefaßt werden. Aus den Erscheinungen und Vorgängen an den organischen Körpern (die zu anderen Zwecken wohl unter dem Namen Physiologie behandelt werden) machen wir so wenig eine besondere Lehre als aus den Erscheinungen an den Weltkörpern, weil diese beiden Arten von Erscheinungen nicht mehr in dem Sinne allgemeine, durch die ganze Natur gehende sind, wie die an der Materie überhaupt, daher füglich in der Kosmik und Organik betrachtet werden können, theilweise auch schon in der Physik vorkommen.

Somit ergibt sich folgende Uebersicht der hier befolgten Eintheilung:

Naturwissenschaften.

I. **Lehre von der Materie und den Erscheinungen an ihr, Physik** (im weiteren Sinn).
   1) Bewegungslehre. Kinesiologie (gewöhnlich Physik genannt. *κίνησις*, Bewegung, *λόγος*, Lehre).
   2) Mischungslehre, Stöchiologie. (Chemie; *στοιχείωμα*, Grundstoff, Element).

II. **Weltkörperlehre. Kosmik.** (*κόσμος*, Welt).
   3) Lehre von den Gestirnen. Uranologie. (Astronomie; *οὐρανός*, Himmel).
   4) Lehre von der Erde, Geologie (sonst Geognosie und Mineralogie. *γῆ*, Erde).

III. **Lehre von den Organismen, Organik** (*ὄργανον*).
   5) Pflanzenlehre, Phytologie. (Botanik; *φυτόν*, Pflanze).
   6) Thierlehre, Zoologie. (Mit physischer Anthropologie. *ζῶον*, Thier).

Es lassen sich gar verschiedene Eintheilungen der Naturwissenschaft geben und sind gegeben worden. Alle Systeme des menschlichen Verstandes jedoch haben immer ihre Mängel und entsprechen nur theilweise und nur von einem gewissen Standpunkte der Wirklichkeit, in welcher die Dinge nicht so gesondert und scharf geschieden neben- und außer einander stehen, wie wir sie zu betrachten genöthigt sind, sondern mit einander zusammenhängen und in einander greifen. In der Behandlung der

Digitized by Google

einzelnen Zweige muß daher immer auf ihre gegenseitigen Beziehungen und auf ihren gemeinsamen Stamm hingewiesen werden. — Die physikalischen und chemischen Erscheinungen greifen durch die ganze Schöpfung hindurch, nehmen aber bei den organischen Wesen eigenthümliche Formen an. Die elementare Natur ist die nothwendige Grundlage der organischen, diese ist auf jene gebaut, aber wirkt wieder auf sie zurück. Die Pflanzenwelt gibt der Erde das charakteristische grüne Kleid, bedeckt den nackten Fels und wirkt auch zu seiner Zersetzung mit; das Thierreich verhält sich zum Pflanzenreiche wesentlich zerstörend, doch auch in besonderen Verhältnissen, z. B. der Befruchtung und Verbreitung der Pflanzen, fördernd; der Mensch endlich wirkt auf alle tieferen Stufen am mächtigsten zurück, gestaltet die Oberfläche der Erde vielfach um und setzt überall an die Stelle der ursprünglichen Pflanzen- und Thierwelt die ihn umgebenden Nutzpflanzen und Hausthiere.

Digitized by Google

Erster Abschnitt. Physik.

Lehre von der Materie und ihren Erscheinungen.

Erstes Hauptstück.

Kinesiologie, Bewegungslehre (Physik im engeren Sinne).

Allgemeine Verhältnisse der Körper. Gleichgewicht. Mechanische Bewegung.

1. Alles, was unseren Sinnen erscheint, ist körperlich oder Bewegungen in einem Körperlichen erregend. Jeder Körper muß einen Raum einnehmen, in welchem kein zweiter seyn kann; hierauf beruht die Undurchdringlichkeit der Körper. Jeder von diesen ist ferner theilbar und zwar über die Grenze der sinnlichen Wahrnehmung hinaus; die kleinsten, in der Wissenschaft angenommenen, aber nicht mehr sichtbaren Theilchen nennt man Atome, mehrere Atome zusammen bilden ein Molekül. Die Atome sind durch Zwischenräume getrennt, welche sich verkleinern oder vergrößern können; die Körper können deßhalb ausgedehnt oder zusammengedrückt werden. Befinden sich Lücken in der Substanz eines Körpers, groß genug, um Flüssigkeiten oder Gase durchzulassen, so heißt der Körper porös.

2. Die Art der Verbindung der Theilchen unter sich bedingt den sogen. Aggregatzustand der Körper; man kennt nur drei Aggregatzustände: den gasförmigen, flüssigen und festen. Flüssige und feste Körper sind schwer zusammendrückbar, während sich gasförmige in einen viel kleineren Raum pressen lassen. Flüssigkeiten und Gase unterscheiden sich von festen Körpern dadurch, daß sie keine bestimmte Grenze haben, sondern diese durch andere Körper gegeben wird; ferner, daß sie schon durch die geringste Kraft sich in ihre Theilchen trennen und in denselben verschieben lassen. Den Theilchen der Körper wohnen bestimmte, über sie hinaus wirkende Kräfte bei; so werden jene der festen Körper durch Cohäsionskraft zusammengehalten, jene der Gase (bei welchen ein Bestreben vorhanden ist, einen großen Raum einzunehmen) durch Expansionskraft von einander entfernt. Wahrscheinlich ist letztere mit der Wärme eins und dasselbe.

Digitized by Google

3. Die Körper haben ein Bestreben, in ihrer Beschaffenheit zu beharren, welches man deren Trägheit genannt hat. Ein ruhender Körper würde, wäre er für sich allein, immer ruhen, ein bewegter sich immer bewegen. Soll ersterer in Bewegung gerathen, so muß er eine Einwirkung, soll die Bewegung des zweiten aufhören, so muß sie eine Hemmung erfahren. Um also Veränderungen in den Körpern hervorzubringen, sind auf sie oder in ihnen wirkende Kräfte nöthig. Je größer die Masse eines Körpers, desto mehr Kraft wird erfordert, ihn in Bewegung zu setzen.

4. Daß ein Körper fällt, wenn seine Unterlage ihm entzogen wird, ist Wirkung der von der Erde ausgehenden Schwerkraft, deren Wirkung immer gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet ist und an allen Punkten der Erdoberfläche leicht durch das Bleiloth (bestehend aus einem an einem Ende befestigten, am andern einen schweren Körper tragenden Faden) gefunden wird.

5. Aus je mehr Massentheilchen ein Körper besteht, desto größer ist dessen Druck auf seine Unterlage; man bestimmt diesen Druck durch Vergleichung mit dem schon bekannten Druck anderer Körper; das hiefür bestimmte Werkzeug ist die Waage. Dieser Druck der Körper oder was dasselbe ist, ihr Gewicht, steht immer im genauen Verhältniß zu der Masse ihrer Theilchen. Die Schwerkraft wirkt auf alle Körper im Verhältniß ihrer Masse gleich; deßhalb werden dünnere und dichtere Körper, z. B. gleich große Kugeln von Marmor und Blei, gleich schnell zur Erde fallen, obwohl die letzteren viel schwerer sind, d. h. viel mehr Masse enthalten, denn die etwa viermal größere Masse der Bleikugel wird auch von einer viermal größern Kraft abwärts gezogen. Das Gewicht eines Körpers spricht immer seine Masse aus.

6. Bei gleicher Größe ist also die Bleikugel schwerer als die von Stein, weil sie in gleichem Raum mehr Massentheilchen vereinigt; dieses Verhältniß nennt man Dichtigkeit. Ein dichterer Körper ist schwerer, als ein weniger dichter; die verschiedenen Körper haben verschiedene specifische Dichtigkeit, darum auch ein specifisches Gewicht. Um dieses Verhältniß zu bestimmen, hat man Dichtigkeit und specifisches Gewicht des Wassers als Einheit angenommen; man sagt z. B.: das specifische Gewicht des Goldes ist $19{,}258$, des Bleies $11{,}352$, des Marmors $2{,}837$, immer das Wasser gleich 1 gedacht. Man nannte das Gewicht eines Kubikcentimeters Wasser Gramm, und fand, daß z. B. $19{,}258$ Grammen Wasser nöthig waren, um einem Kubikcentimeter Gold das Gleichgewicht zu halten, $11{,}352$ Grammen, um einem Kubikcentimeter Blei; man sagt demnach: das spec. Gew. des Goldes ist $19{,}258$ des Bleies

7. Gleichgewicht findet in einem Körper statt, wenn die auf ihn wirkenden Kräfte sich gegenseitig aufheben oder ein Widerstand ihre Wirkung unmöglich macht. Die Statik untersucht die Gesetze des Gleichgewichts, die Dynamik jene der Bewegung. Wird ein Körper durch verschiedene Kräfte in Bewegung gesetzt, so bewegt er sich doch nur nach einer bestimmten

Digitized by Google

Richtung, wie z. B. ein Schiff, auf welches Wind, Strömung und Ruder zugleich wirken. Der Zug an einem Seil könnte aber alle jene Kräfte ersetzen; eine solche, ein ganzes System von Kräften ersetzende Kraft heißt die *resultirende*. Bilden zwei auf einen Körper wirkende Kräfte einen Winkel mit einander, so ergibt sich ihre Resultirende aus einem Gesetz, welches man das Parallelogramm der Kräfte nennt; fährt z. B. ein Schiff vom Ufer eines Flusses weg und wirken Strom und Wind zugleich auf dasselbe ein, so bewegt es sich in der Diagonale eines Parallelogramms, welches durch die Linien gebildet wird, in welchen jene Kräfte wirken. An einer Menge einfacher Maschinen lassen sich die Gesetze des Gleichgewichts aus dem Parallelogramm der Kräfte ableiten, z. B. bei der Bewegung der Körper auf einer schiefen Ebene, bei der Wirkung der Schraube, des Keils. *Hebel* nennt man eine gerade unbiegsame Linie, die um einen festen Punkt gedreht werden kann. Der Hebel kann ein- oder zweiarmig seyn; Wagen, Haspel, Winden beruhen auf dem Hebel; letztere können mit Räderwerken verbunden werden. *Rolle* nennt man eine runde, am Rande hohle Scheibe, um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe drehbar. Der Flaschenzug ist ein System von Rollen und dient, einer größeren Last mit geringerer Kraft das Gleichgewicht zu halten. — Soll sich ein Körper im Gleichgewicht befinden, so muß sein Schwerpunkt unterstützt seyn.

8. *Elastisch* nennen wir Körper, deren Theilchen, wenn durch äußere Kraft etwas aus ihrer gegenseitigen Lage verrückt, doch ihren Gleichgewichtszustand nicht ganz verlieren, sondern nach dem Nachlassen jener Kraft wieder in ihre frühere Lage zurückkehren; so Stahl, Federharz ꝛc.; Eisen, Glas sind viel weniger elastisch; Flüssigkeiten außerordentlich wenig, Wasser läßt sich um $^{48}/_{1,000,000}$, Quecksilber nur um $^{3}/_{1,000,000}$ seines Volums zusammenpressen. *Hart* ist ein Körper, wenn zur Verschiebung seiner Theilchen große Kraft nöthig ist, *weich* im Gegenfalle; *spröde*, wenn die Theilchen bei starker Verschiebung sich von einander trennen, *dehnbar*, wenn sie sich in diesem Falle zu einem neuen Gleichgewichtszustand gruppiren. Bekannt ist die erstaunliche Dehnbarkeit des Goldes, vermöge welcher es sich zu den dünnsten Blättchen auswalzen und zu den feinsten Drahtüberzügen ausziehen läßt. *Festigkeit* ist die Kraft, welche ein Körper der Trennung seiner Theilchen entgegensetzt; man hat sie ermittelt, indem man aus den Körpern Stäbe verfertigte, deren Durchschnitt 1 Quadratcentimeter betrug, und sie mit Gewichten bis zur Zerreißung behing. Glas zerriß schon bei 142—233 Kilogramm, Stricke von Hanf bei 350—620, Kiefernholz bei 1021, Buchenholz bei 1349—1586, Kupferdraht bei 2782, Eisendraht bei 4182, Golddraht bei 4645.

9. Unter *Adhäsion* versteht man das Aneinanderhaften zweier gleichartiger oder verschiedener Körper; sie ist nur eine Art der Cohäsion, wobei es vorzüglich darauf ankömmt, die Theilchen beider Körper in innigste Berührung zu bringen; Leimen, Kitten, Plattiren beruhen auf ihr. Auch flüssige Körper können an festen adhäriren, anhängen; deßhalb läuft Wasser ꝛc., aus einem Gefäße gegossen, so leicht an der Außenwand des Gefäßes herab und

Digitized by Google

steigen Flüssigkeiten in dünnen Röhrchen höher, als sie nach den Gesetzen des Gleichgewichts steigen sollten (Haarröhrchenanziehung). Ungeachtet ihrer leichten Verschiebbarkeit haben auch die Theilchen der Flüssigkeiten unter sich Zusammenhang, wie dieses schon die Tropfenbildung beweist. — Gasförmige Körper werden von festen absorbirt, eingesaugt; leitet man z. B. (wie in Döbereiner's Zündmaschine) einen feinen Strom von Wasserstoffgas auf Platinschwamm (fein zertheiltes Platin), so absorbirt dieser das Gas so heftig, daß das Platin glühend und das Gas entzündet wird. Flüssigkeiten absorbiren ebenfalls Gase.

10. Die Krystallisation der unorganischen Körper ist eine Wirkung der Cohäsionskraft, welche die zuerst in flüssigem oder gasförmigem Zustande befindlichen Theilchen in eine bestimmte Lage bringt und festen Zusammenhang gewinnen läßt. Krystalle sind natürliche, regelmäßige, durch Flächen, Knoten und Ecken begrenzte feste Körper und entstehen durch Abscheidung oder beim Erkalten geschmolzener Substanzen. Fast alle Mineralkörper kommen krystallisirt vor; so auch können viele aus dem Pflanzen- und Thierreiche stammende Körper krystallisiren, z. B. Säuren, Zucker ꝛc.

11. Ganz eigen verhalten sich in Rücksicht ihres Gleichgewichts die Flüssigkeiten; sie pflanzen nämlich jeden Druck auf einen Theil ihrer Oberfläche nach allen Seiten gleichmäßig fort. Uebt man also nur auf einen kleinen Theil einer in einem Gefäße eingeschlossenen Flüssigkeit einen Druck, so erfahren alle Wände des Gefäßes den Druck gleichmäßig; hiedurch kann also mittelst einer geeigneten Kraft ein viel größerer Druck erzeugt werden, worauf z. B. die hydraulische und Real'sche Presse beruhen. Flüssigkeiten kommen nur in's Gleichgewicht, wenn ihre freie Oberfläche rechtwinklig zur Richtung der Schwere ist. Auf jeden Punkt des Bodens drückt das ganze Gewicht einer auf ihm ruhenden Flüssigkeitssäule, auf jeden Punkt im Innern der Säule drücken die oben und unten befindlichen Theile. Dieser Druck von unten bewirkt den Widerstand, den ein in's Wasser tauchender Körper erfährt und die Gewalt, mit der Wasser durch ein Leck im Schiffsboden eindringt. Füllt man zwei mit einander in Verbindung stehende Gefäße oder Röhren mit der gleichen Flüssigkeit, so wird deren Spiegel in beiden gleich hoch stehen; gießt man aber in ein Gefäß mit zwei Röhren Wasser und Quecksilber, so wird das Quecksilber den Boden bedecken und das Wasser wird in der einen Röhre 14mal so hoch getrieben, als das Quecksilber in der andern, weil Quecksilber fast 14mal schwerer ist als Wasser, eine Quecksilbersäule daher einer fast 14mal höhern Wassersäule das Gleichgewicht hält.

12. Daß Körper in Flüssigkeiten oder in der Luft emporsteigen können, fließt aus dem sogen. Princip des Archimedes. Wenn nämlich ein Körper in eine Flüssigkeit getaucht ist, so trägt diese einen Theil seines Gewichts, welcher gleich ist dem Gewichte der aus der Stelle getriebenen Flüssigkeit. Dieses Verhältniß benützt man, um das specifische Gewicht der Körper zu bestimmen. Man wägt den Körper zuerst trocken und dann (ihn unten an der einen Wagschale anhängend) in Wasser untergetaucht; beim

Digitized by Google

zweiten Wägen erscheint der Körper um so viel leichter, als das Gewicht der von ihm verdrängten Wassermasse beträgt; man braucht daher dieses letztere Gewicht nur in das des trockenen Körpers zu dividiren und man hat sein specifisches Gewicht. Auch der Aräometer, durch welchen man das spec. Gewicht fester und flüssiger Substanzen bestimmen kann und die Alkoholometer, dienlich zur Ermittlung des Weingeistgehaltes in einer Mischung von Wasser und Weingeist, beruhen dem Wesen nach auf jenem Gesetz.

13. Folgende Liste zeigt das spec. Gewicht einiger festen und flüssigen Körper, das Gewicht des destillirten Wassers gleich 1 gesetzt.

Kork	0,24	Spiegelglas	2,370
Pappelholz	0,383	Diamant	3,520
Tannenholz (frisch)	0,890	Schwerspath	4,426
Eichenholz (alt)	1,170	Antimon	6,712
Alkohol	0,793	Zinn	7,291
Olivenöl	0,915	Gegossenes Eisen	7,207
Rheinwein	0,999	Stahl	7,816
Milch	1,030	Gegossenes Kupfer	7,788
Engl. Schwefelsäure	1,848	Silber	10,474
Weißes Wachs	0,969	Blei	11,352
Bernstein	1,078	Quecksilber	13,598
Schwefel	2,033	Gold, geschmolzen	19,253
Bergkrystall	2,683	Platin, geschmolzen	20,857
Marmor	2,837	" gemünzt	22,100

---

14. Eine Reihe eigenthümlicher Erscheinungen ergibt sich aus der Beschaffenheit der Luft, welche als Atmosphäre den Erdball umgibt. Das Gewicht der Luft ist fast 1000mal kleiner als das des Wassers; 1 Liter Luft wiegt ein wenig über 1 Gramm, während 1 Liter Wasser 1000 Grammen wiegt. Während die Moleküle fester und flüssiger Körper zusammenhalten, haben die Gase das Bestreben, sich so weit als möglich von einander zu entfernen, weßhalb die Luft in einem Gefäße unaufhörlich gegen die Wände drückt. Deßhalb dehnt sich die wenige Luft in einer runzligen Blase im luftleeren Raume unter der Luftpumpe aus und bläht die Blase auf, weil unter der Luftpumpe keine äußere Luft dieser Ausdehnung entgegenwirkt. Man nennt dieses die Spann- oder Expansivkraft der Luft. Auf die Atmosphäre wirken die Schwerkraft, welche sie stets zur Erde zieht, und die Expansivkraft, welche sie immer weiter auszudehnen sucht; die obere Grenze der Atmosphäre wird da seyn, wo die Luft so dünn ist, daß die Schwere das Uebergewicht hat und weitere Entfernung von der Erde hindert.

15. Die unteren Schichten der Luft erfahren den Druck aller über ihnen liegenden; die Luft in einem Zimmer mit allen Körpern in derselben wird durch das ganze Gewicht einer bis an die obere Grenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule gepreßt. Daß die Luft auch auf die Flüssigkeiten eben so drückt,

Digitized by Google

beweist die Erfahrung, daß eine Flüssigkeit, in welche das eine Ende einer oben geschlossenen Röhre getaucht wird, in derselben genau so hoch steht, als außer derselben; macht man die Röhre luftleer, so steigt hingegen die Flüssigkeit in ihr höher als außerhalb, weil keine Luft in der Röhre mehr dem Druck der äußern Luft entgegenwirkt; die Flüssigkeit muß so hoch steigen, daß ihr Gewicht dem Gewicht einer bis zur Grenze der Atmosphäre reichenden Luftsäule von demselben Durchmesser gleich ist, so daß man durch sie das Gewicht der ganzen Luftsäule bestimmen kann. Instrumente, die dazu dienen, heißen Barometer, Luftdruckmesser; sie werden statt mit Wasser mit Quecksilber gefüllt, welches 14mal dichter als Wasser ist, das Instrument daher viel kürzer zu machen gestattet. Mancherlei andere Vorrichtungen beruhen ebenfalls auf dem Luftdruck, z. B. Pumpen und Heber; das Wasser in einem Pumpbrunnen steigt dadurch nach und nach in die Höhe, daß im Brunnenrohr durch das Pumpen ein immer größerer luftleerer Raum gebildet wird (indem der auf- und niedergehende Kolben bei jedem Hinabsteigen die unter ihm befindliche Luft zusammendrückt und sie durch nach oben sich öffnende Ventile entweichen läßt), in welchen Raum das Wasser aus dem unterhalb befindlichen Reservoir dann durch den Luftdruck hineingetrieben wird, mit der fortschreitenden Luftentleerung immer höher steigt und endlich überfließt.

16. Ein Hauptgesetz, von dem französ. Physiker Mariotte aufgestellt, ist, „daß das Volumen der Gase sich umgekehrt wie der Druck, dem sie ausgesetzt sind, verhalte.“ Verdoppelt man den Druck einer bis zur Grenze des Luftkreises reichenden Luftsäule (einer sogen. „Atmosphäre“) auf eine Portion eingeschlossener Luft, so wird diese auf die Hälfte, — verdrei- oder vervierfacht man ihn, so wird sie auf $^1/_3$, $^1/_4$ ihres frühern Umfangs zusammengedrückt.

17. Die von Guerike erfundene Luftpumpe beruht auf dem Princip, neben einem Raum, den man von Luft entleeren will (z. B. einer mit einem Hahn versehenen Glasglocke, dem sogen. Recipienten), einen luftleeren Raum zu erzeugen, indem man mit ersterem einen Cylinder verbindet, in welchem sich ein Kolben befindet, durch dessen Zurückziehen im Cylinder ein leerer Raum entsteht, der alsobald sich mit Luft füllt, wenn der Hahn des Recipienten geöffnet wird; schließt man nun diesen Hahn und treibt den Kolben wieder gegen den Recipienten, hiemit die Luft im Cylinder zusammendrückend, so wird sie leicht entweichen, wenn ein zweiter im Cylinder selbst angebrachter Hahn geöffnet wird. Durch Wiederholung der Operation entfernt man nach und nach die Luft aus dem Recipienten, macht ihn luftleer. In solchem luftleeren Raum ersticken eingeschlossene Thiere, verlöschen brennende Körper. Wie mächtig der Luftdruck wirkt, zeigt der bekannte Versuch Guerike's, zwei hohle Metallhalbkugeln luftleer zu machen, welche dann so fest aneinander halten, daß angespannte Pferde sie kaum auseinander reißen können. — Andere Instrumente beruhen darauf, die Luft zusammenzudrücken, viel Luft in kleinem Raum anzuhäufen, um dann ihre Elasticität bei darauf folgender Ausdehnung zum Forttreiben von Körpern zu benützen, so die Windbüchse, Feuerspritze.

Digitized by Google

18. Die Bewegung der Körper kann gleichförmig oder ungleichförmig seyn. Die Schwere wirkt so auf die Körper, daß sie mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit fallen; indem sie nämlich auf gleiche Weise in jedem Moment des Falls wirkt, vermehrt sie die Geschwindigkeit des fallenden Körpers in gleichen Zeiten auch gleich viel. Will man die mittlere Geschwindigkeit eines fallenden Körpers wissen, so braucht man nur die Mitte zwischen seiner Anfangs- und Endgeschwindigkeit zu nehmen. Ein allgemeines Gesetz fallender Körper ist, daß die durchlaufenen Räume sich wie die Quadrate der Fallzeiten verhalten; eigene Apparate, namentlich Galilei's schiefe Ebene und die Atwood'sche Fallmaschine erweisen diese Wahrheiten. In die Höhe getriebene Körper steigen zuerst mit immer abnehmender Geschwindigkeit, dann hört das Steigen auf und es tritt ein immer gleichmäßig beschleunigtes Fallen ein; der fallende Körper kommt unten mit derselben Geschwindigkeit an, mit der er zu steigen begann. In einer andern als der vertikalen Richtung geworfene Körper beschreiben jene Art krummer Linie, die man Parabel nennt.

19. Die Bewegung der Weltkörper erscheint gleichsam zusammengesetzt aus einer Kraft, welche irgend einen Weltkörper in gerader Linie stets gegen den Centralkörper hintreibt, ganz wie z. B. den fallenden Stein zur Erde, daher Centripetalkraft genannt, und aus einer zweiten, welche ihn seitwärts treibt, Tangentialkraft. Aus diesen beiden Kräften entsteht die Bewegung im Kreise oder in Ellipsen um den Centralkörper. Centripetalkraft ist nur ein anderer Ausdruck für Schwerkraft; sie steht immer im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung, so daß sie z. B. in 3, 4, 5facher Entfernung vom Erdmittelpunkt 9, 16, 25mal schwächer wirkt.

20. Wenn man einen Stein oder eine Kugel, die an eine Schnur befestigt wurden, im Kreise umschwingt, so zeigen sie ein Bestreben, sich seitlich, nach der Tangente, zu entfernen, wodurch die Schnur gespannt wird. Dieß ist eine Folge der Schwung- oder Centrifugalkraft; sie erzeugt sich, wo irgend ein Körper, z. B. eine Kugel, ein Rad, sich um eine feste Axe dreht; bei unserer Erde ist sie am größten am Aequator, weil hier die größte Entfernung von der Axe stattfindet, die Bewegung eines Punktes daher am schnellsten ist; am schwächsten ist sie an den Polen.

21. Die Schwerkraft bewirkt auch die Schwingungen des Pendels und zwar (abgesehen vom Widerstand der Luft) nach immer gleichen Gesetzen, mag das Pendel von Holz, Stein, Blei ꝛc. gemacht seyn. Die Schnelligkeit der Schwingungen vermindert sich mit der Länge des Pendels; ein Pendel, welches eine Schwingung in der Secunde machen soll, muß 994 Millimeter lang seyn. Man wendet das Pendel namentlich zur Regulirung der Uhren an, um deren Bewegung gleichförmig zu machen. Weil unter dem Aequator wegen der größeren Schwungkraft die Schwere geringer ist, das Pendel daher dort langsamer schwingt, müssen die Pendel unserer Uhren dort verkürzt werden.

Digitized by Google

22. Ein faſt alle Bewegung mehr oder minder hemmender Widerſtand iſt die Reibung. Eine Laſt mit vollkommen platter Unterfläche auf ganz platter Ebene einmal in Bewegung geſetzt, müßte ſich wegen der ſogen. Trägheit unaufhörlich fortbewegen; in der Wirklichkeit aber ſind alle Flächen mehr oder minder rauh; die Bewegung wird daher mehr oder weniger gehemmt, viel mehr noch bei der ſogen. gleitenden Reibung, als bei der wälzenden. (Bei einem Wagenrade findet gleitende Reibung an der Axe, wälzende am Reif ſtatt.) Die Reibung, obſchon ein Hinderniß der Bewegung, hat aber andererſeits wieder den größten Nutzen; ohne ſie würde kein Nagel in der Wand, kein Gegenſtand in unſeren Händen halten, wir könnten nicht gehen und ſtehen ꝛc.

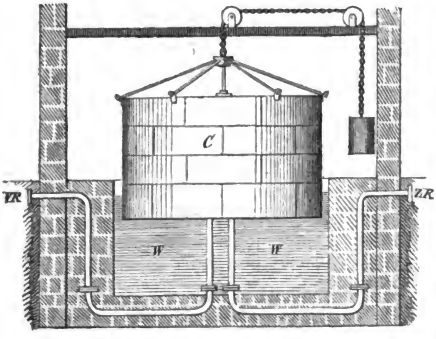
23. Hinſichtlich der Bewegung flüſſiger Körper hat Torricelli den Satz aufgeſtellt, daß eine Flüſſigkeit aus dem Loche eines Gefäßes, welches ſich an deſſen Boden oder Seite befindet, ſo ſchnell ausfließt, als ein Körper fallen würde, der in luftleerem Raum einen gleich weiten Weg zurückzulegen hätte. Die aus irgend einer Oeffnung hervorſpringende Waſſermenge hängt von der Größe derſelben und von der Ausflußgeſchwindigkeit ab. Man beobachtet hiebei, daß die am Rande paſſirenden Waſſertheilchen eine geringere Geſchwindigkeit haben, als die in der Mitte; beim Waſſerſtrahl eines Springbrunnens iſt es eben ſo.

24. Waſſer, von einem höheren zu einem tieferen Orte herabfließend, wird häufig als bewegende Kraft angewendet. Eine Waſſermaſſe von 1000 Pfund auf jede Secunde, 30 Fuß hoch herabfallend, würde ein Gewicht von 30,000 Pfund für die Secunde repräſentiren, d. h. es könnte durch ſie eine Laſt von 30,000 Pfund in 1 Secunde 1 Fuß hoch gehoben werden, wenn nicht durch Reibung ꝛc. ein Theil der Wirkung verloren ginge. Ungemein verſtärkt wird die Wirkung fallenden Waſſers, wenn es auf den Umfang von Rädern durch Druck und Stoß wirkt. Unſere gewöhnlichen Waſſerräder drehen ſich vertical um eine horizontale Axe; unterſchlächtig heißen ſie, wenn die Schaufeln rechtwinklig auf dem Umfange des Rades ſtehen, wobei immer die unterſten in das Waſſer tauchen, das auf ſie wirkend das Rad dreht; oberſchlächtig, wenn das Waſſer oben auf das Rad laufend die Zellen auf deſſen einer Seite ausfüllt und durch das Uebergewicht derſelben das Rad dreht. Fourneyron hat horizontale Waſſerräder angegeben, ſogen. Turbinen. Die Segner'ſchen Waſſerräder und ſchottiſchen Turbinen ſind auf das Princip des Gegenſtoßes gegründet. Eine Flüſſigkeit in einem Gefäße nämlich, das an einer Seite eine Ausflußöffnung hat, übt auf dieſe Seite einen geringern Druck als auf die entgegengeſetzte aus und bewirkt, wenn das Gefäß drehbar iſt, eine Drehung nach der entgegengeſetzten Richtung von der, in welcher der Waſſerſtrahl ausfließt. Bei den Waſſerſäulenmaſchinen bewegt die Waſſerſäule einen in einem Cylinder befindlichen Kolben hin und her, der dann dieſe Bewegung weiter fortpflanzt; man wendet dieſe Maſchinen vorzüglich zur Hebung von Waſſer auf beträchtliche Höhen an.

25. Gaſe folgen beim Ausſtrömen aus Behältern durch Oeffnungen, Anſatzröhren ꝛc. denſelben Geſetzen wie Flüſſigkeiten. Gaſometer ſind

Digitized by Google

Apparate zur Unterhaltung eines fortwährenden Ausströmens von Gasen. Am größten sind die zur Gasbeleuchtung gebrauchten; hier befindet sich das Gas in einem sehr großen, oben geschlossenen, unten offenen Cylinder, C der nebenstehenden Fig., der unten in Wasser W, W taucht; in seinem oberen Theile ist das Gas enthalten, das durch das ganze Gewicht des in's Wasser sich senkenden Cylinders zusammengedrückt und zum Ausströmen in die Vertheilungsröhre gezwungen wird; zwei Röhren führen in den Cylinder; die eine ZR leitet das Gas vom Bereitungsorte dahin, die andere VR nimmt es auf und vertheilt sich in eine Menge kleinerer Röhren, die es zu den einzelnen Bec's führen. Ein über Rollen laufendes Gewicht macht den Druck auf das Wasser gleichförmiger. — Um Feuer besser brennen zu machen, bläst man es bekanntlich an; die einfachste, jedoch schwächste Art ist das Anblasen mit dem Munde; schon viel mehr wirkt der gewöhnliche Blasbalg; um aber bei Hochöfen und Schmiedefeuern einen ununterbrochenen Luftstrom zur Flamme zu schicken, werden Cylindergebläse und zusammengesetzte Blasbälge angewendet.



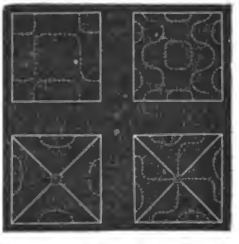
Bewegung durch Schwingungen materieller Theilchen. Schall.

26. Wenn sich ein Pendel bewegt, bleibt die gegenseitige Lage seiner Theilchen unverändert, nur das Ganze ändert den Ort; wenn hingegen eine zwischen den Fingern gehaltene Stahlfeder oder eine an ihren Endpunkten gespannte Saite in Schwingung versetzt wird, so ändert sich die gegenseitige Lage der Theilchen jeden Augenblick. Bei der Stahlfeder und bei der Saite gerathen alle Theilchen gleichzeitig in Bewegung; wenn man aber einen Stein in's Wasser wirft oder ein Pistol losfeuert, so schreitet die Erschütterung des Wassers oder der Luft von Theilchen zu Theilchen fort und es werden in Wasser und Luft Wellen erzeugt. Die Schwingungen der Stahlfeder und Saite nennt man stehende Schwingungen, die die Wellen erzeugenden fortschreitende. Diese Schwingungen (Vibrationen) sind oft ganz langsam, so daß man sie zählen kann, afficiren also bloß den Tastsinn, wenn sie etwa im Finstern stattfinden; in anderen Fällen sind sie schnell, einzeln ununterscheidbar. Schwingungen der Körper von einer gewissen Geschwindigkeit veranlassen in der Luft oder anderen elastischen Mitteln (Medien) Wellen, die, sich zum Ohr fortpflanzend, als Ton wahrgenommen werden; noch schnellere Schwingungen

Digitized by Google

veranlassen Wärme, die schnellsten im Auge die Empfindung des Lichtes. Der in's Wasser geworfene Stein erzeugt kreisförmige, sich immer weiter ausbreitende Wellen, die abwechselnd Berge und Thäler darstellen, indem jedes Wassertheilchen von seinem Ort aus Kreise oder Ellipsen beschreibt, hiebei immer wieder zu seinem Ort zurückkehrend; die Bewegung pflanzt sich von einem Theilchen zum andern fort; während sich ein Theilchen schon auf der Höhe seiner Bahn befindet, setzt sich ein anderes erst in Bewegung; so entsteht Berg und Thal. Das Fortschreiten der Wellen in Luft und Wasser kann man sich unter dem Bilde eines im Winde wogenden Kornfeldes vorstellen; jeder Halm beugt sich abwechselnd und richtet sich wieder auf, bleibt aber dabei an seiner Stelle, wie die Luft- und Wassertheilchen. Wenn man ein Seil mäßig stark spannt und nahe an dem einen Befestigungspunkt darauf schlägt, so entsteht auch eine Wellenbewegung des Seils; die Theilchen bewegen sich aber fast alle in derselben Verticallinie auf und nieder, nicht wie die so verschiebbaren Wassertheilchen in Kreisen oder Ellipsen. Eine Seilwelle, am andern Befestigungspunkte angekommen, wird dort gegen ihren Ursprungspunkt zurückgeworfen und kann so öfter hin- und herlaufen. So zurücklaufende Wellen begegnen dann neu gebildeten und so entstehen durch Zusammentreffen beider Wellensysteme sogen. stehende Wellen.

27. Die Schwingungen einer gespannten Saite, die in der Mitte gerissen oder mit dem Fidelbogen gestrichen wird, sind viel schneller, als die eines nicht sehr fest gespannten Seiles, so daß man sie einzeln nicht mehr unterscheiden kann, und bringen deshalb einen Ton hervor. An gespannten Saiten (und im Kreise geschwungenen Seilen) entstehen gewisse ruhende Stellen, an welchen keine Schwingungen stattfinden; man nennt sie Knotenpunkte. Auch Platten von Metall, Glas, Holz, in Schwingung versetzt, erzeugen Töne, und auch an ihnen bilden sich schwingende Stellen und Knotenpunkte; streut man feinen Sand oder Bärlappsporen (Hexenmehl) auf eine schwingende Platte, so häufen sich diese auf letzterer an, so daß gewisse Figuren, nach ihrem Entdecker Chladni's Klangfiguren genannt, entstehen, deren einige hier abgebildet sind.



28. Alle elastischen Körper, feste, flüssige und gasförmige, können den Schall fortpflanzen; im luftleeren Raum findet hingegen keine Fortpflanzung statt. Je dünner die Luft, desto schwächer der Schall; er kann sich nicht über die Atmosphäre hinaus, daher auch von keinem Weltkörper zum andern fortpflanzen. Wenn ein schallender Körper seinen Ton durch die Luft verbreitet, so bildet sich zunächst um ihn eine Verdichtungswelle der Luft; diese schreitet fort, indem immer weiter entlegene Luftschichten verdichtet werden, während sich die ersten wieder verdünnen; Verdichtung entspricht dem Wellenberg, Verdünnung dem Wellenthal. Der Knall entsteht, indem ein plötzlicher einmaliger Stoß eine starke Verdichtung der Luft hervorbringt; der Ton

Digitized by Google

durch regelmäßig wiederholte Oscillationen eines schwingenden Körpers, wodurch regelmäßige Wellen erzeugt werden. Unregelmäßige Wellenbewegung gibt ein Geräusch. Je weniger dauernd die Oscillationen sind, desto kürzer sind auch die Luftwellen und desto höher ist der Ton, je ausgedehnter jene, desto stärker dieser; der Klang hängt von der Substanz des tönenden Körpers ab und von der dadurch bewirkten Modification der Luftwellen. Alle Töne verbreiten sich gleich schnell in der Luft. Man hat durch Versuche (namentlich mit bei Nacht abgefeuerten Kanonen) gefunden, daß der Schall sich in 1 Secunde etwa 1050 Fuß in der Luft fortpflanzt; man sieht also das Aufblitzen des Pulvers, oder den Blitz eher, als man den Schuß oder Donner hört. Die Fortpflanzung des Schalles ist, mit der des Lichtes verglichen, sehr langsam; ein mit dem Spiegel aufgefangener und zurückgeworfener Sonnenstrahl ist nach 16 Minuten wieder zur Sonne zurück; wäre zwischen Sonne und Erde Luft und man könnte mit einem Sprachrohr einen Ruf zur Sonne schicken, so würden 30 Jahre verfließen, bis der Ruf angelangt wäre. — Gewisse Umstände hindern die Fortpflanzung des Schalles, z. B. Vermengung auf- und absteigender Luftströme; daraus erklärt sich, daß der Kanonendonner mancher Schlacht in nur 2—3 Meilen Entfernung nicht vernommen wurde. Unter günstigen Umständen hat man aber Kanonendonner schon auf 40 und mehr Meilen gehört, das Donnern der Vulkane noch weiter; bis zu 200 Meilen z. B. ganz deutlich das des Coseguina 1835. Ueber das Eis der Polarländer pflanzt sich die Menschenstimme ganz vernehmlich auf eine halbe Stunde und darüber fort. Lange Röhren leiten den Schall so ungeschwächt, daß Biot am Ende einer Wasserleitungsröhre von fast 3000 Fuß Länge das leiseste Lispeln einer Person am andern Ende vernahm; in großen Gefangenenhäusern unterhalten sich die Gefangenen bisweilen durch die Oefen, wobei die Schornsteine die Leitungsröhren bilden. Auf sehr hohen Bergen hört man wegen der Dünne der Luft einen Flintenschuß nur noch ganz schwach. Manche Meteore lassen auf die Furchtbarkeit ihrer Explosion schließen, indem dieselbe aus höchst bedeutender Höhe noch vernommen wird; so jene des Meteors von 1719, dessen Explosion in 14 deutschen Meilen Höhe auf der Erde wie ein schwerer Kanonenschuß gehört wurde, Thüren und Fenster erschütternd. — Wie sich kreuzende Lichtwellen Dunkel, so können sich kreuzende Schallwellen Stille erzeugen. Wenn der Schall aus einem Mittel in ein anderes, z. B. aus Luft in Wasser übergeht, so wird er theilweise zurückgeworfen; am vollständigsten, wenn er auf einen festen Körper trifft; hiedurch entsteht das Echo. Sprach- und Hörrohr beruhen auf der Zurückwerfung des Schalles von ihren Wänden.

29. Auch in an einem Ende geschlossenen Röhren, in welche Schallwellen eintreten (z. B. in Orgelpfeifen ꝛc.) bilden sich Knotenpunkte und stehende Wellen durch Zusammentreffen der zurückgeworfenen (reflectirten) mit vom Ursprungspunkte neu kommenden, — aber in Rücksicht letzterer muß ein bestimmtes Verhältniß der Wellenlänge des einfallenden Tones und der Länge der Röhre bestehen. Man kann die Luft in einer Röhre in Schwingung versetzen und so tönend machen, indem man einen tönenden Körper vor die Oeff-

Digitized by Google

nung hält oder an derselben einen Luftstrom vorbeistreichen läßt, wie bei den Orgelpfeifen durch den Blasbalg. Dieser bricht sich an den Rändern ihres offenen Endes, erzeugt durch seine Stöße Wellen und in der Luft der Röhre regelmäßige stehende Schwingungen, wodurch diese Luft tönend wird. Bei einer gewöhnlichen Pfeife, die man an den Mund hält, geschieht das Gleiche; je kürzer dieselbe, desto höhere Töne gibt sie. Lange Röhren geben unter gleichen Umständen tiefere Töne als kürzere, aber dieselbe Röhre kann auch Töne von verschiedener Höhe geben nach der Verschiedenheit des einströmenden Windes; den tiefsten Ton gibt eine Orgelpfeife bei schwächerem, höhere bei stärkerem Winde, weil bei letzterem kürzere Wellen erzeugt werden. Mit den Orgelpfeifen sind übrigens noch schwingende Metallplatten (sogen. Zungenwerk) verbunden; auch die gewöhnliche Blasharmonika wird aus Zungenpfeifen construirt.

30. Eine 4 Fuß lange Orgelpfeife gibt als Grundton das C. Gewisse Töne bewirken mit C eine angenehme Gehörempfindung, es sind die, deren Wellenlängen $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$ von C sind, dem Tone, welchen die 4 Fuß lange Pfeife gibt. Soll jene Reihe hervorgebracht werden, so muß man also, — unter übrigens gleichen Umständen — Pfeifen haben, die $1/2$, $2/3$, $3/4$, $5/6$ von den C-Pfeifen messen. Der Ton, welcher zwei Schwingungen macht, während C eine, ist die Octave davon, c; drei Schwingungen macht G, die Quinte von C, während dieses nur zwei macht; vier Schwingungen F, die Quarte, während C nur drei macht; fünf Schwingungen E, die große Terz, während C vier; sechs Schwingungen Es, die kleine Terz, während C nur fünf. C, E und G bilden den C-dur-Akkord. E, F, G haben ebenfalls Töne, die zu ihnen als Terz und Quint sich verhalten und deren Schwingungen in einem bestimmten Verhältniß zu dem ihrigen stehen. Mit diesen und ähnlichen Gesetzen stimmen die Gesetze unseres Empfindens überein; wir fühlen gewisse regelmäßige Verhältnisse als Wohlklang, entgegengesetzte als Mißton; die Seele verhält sich dabei *nicht rechnend*, sondern *unmittelbar empfindend*; die Rechnung ist schon bei Einrichtung der Welt auch für sie gemacht worden. Diese Uebereinstimmung in den Gesetzen der Tonverhältnisse und unserer Empfindung spricht sehr deutlich für die prästabilirte Harmonie zwischen der Außenwelt und dem Organismus.

31. Wenn *Saiten* schwingen, so verhält sich die Zahl der Schwingungen umgekehrt wie ihre Länge; eine doppelt und dreifach kürzere Saite macht bei gleicher Spannung zwei-, dreimal mehr Schwingungen; die Zahl dieser wird mit der Spannung größer, aber nur im Verhältniß der Quadratwurzel von letzterer; wenn also die Spannung vier- oder neunmal größer wird, so wird die Zahl der Schwingungen nur zwei- oder dreimal größer. Doppelt so dicke Saiten machen nur halb so viel Schwingungen in gleicher Zeit, als dünnere. — Manche Körper, obwohl für sich stark schwingend, können doch ihre Schwingungen anderen Körpern, z. B. der Luft, nicht mittheilen; so gibt eine angeschlagene Stimmgabel, frei gehalten, nur einen schwachen Ton, einen viel stärkeren, wenn man sie auf Holz aufsetzt. Bei Instrumenten mancher Gattung, deren Schall verstärkt werden soll, überträgt man daher den Ton, den

Digitized by Google

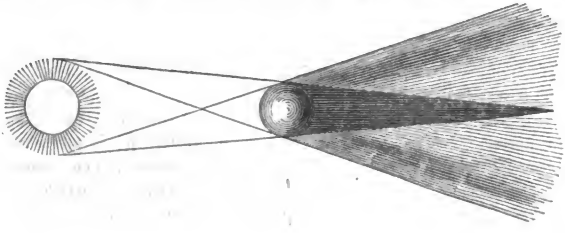
die Saiten geben, auch noch auf andere Körper, die ihre Schwingungen der Luft leicht mittheilen, z. B. in einem Piano auf den Resonanzboden. — Nicht bloß feste Körper theilen ihre Schwingungen der Luft, sondern auch die Luft theilt die ihrigen festen Körpern mit; daher erzittern z. B. Gebäude von fernem Donner. Immer fortgesetzte kleine Schwingungen vermögen trotz ihrer Schwäche sehr feste Körper zu afficiren; man hat beobachtet, daß die fortwährende Pendelschwingung einer gehenden Uhr nach und nach die Mauer in kleine Schwingungen versetzte, die sich dann einer andern, stehenden Uhr mittheilten, und diese endlich in Gang brachten. Auf den Sternwarten kann man die Instrumente kaum fest genug placiren, weil hier bei der Beobachtung auch die kleinsten, sonst ganz unmerkbaren Schwingungen sehr störend werden.

32. Das menschliche Stimmorgan steht den Blasinstrumenten näher als den Saiteninstrumenten (s. d. Beschreib. im sechsten Hauptstücke). Die Töne werden im Kehlkopfe ganz so gebildet, wie in Zungenpfeifen; die Schwingungen der Stimmbänder, durch welche rasch wechselnd die Stimmritze zusammengezogen und geöffnet wird, veranlassen den Ton beim Hören (s. d. Beschreib. des Hörorgans im sechsten Hauptstücke); die von der Ohrmuschel aufgenommenen Schallwellen werden durch den Gehörgang zum Trommelfell geleitet, wodurch dieses in Schwingungen geräth; diese gelangen durch die Gehörknöchelchen und die Luft der Trommelhöhle zum Labyrinthe und versetzen den Gehörnerv in einen Zustand, der als Schallgefühl zu unserm Bewußtseyn kömmt. Eigene kleine Muskeln spannen das Trommelfell und bewegen die Gehörknöchelchen, wodurch die Schallleitung verstärkt oder geschwächt werden kann. Die Größe der Einbiegungen unseres Trommelfells gibt im Bewußtseyn die Stärke des Tons, die Zahl dieser Einbiegungen die Höhe.

Bewegung durch Aetherschwingungen. (Lehre von den sogen. Imponderabilien oder Dynamiden: Licht, Magnetismus, Elektricität, Wärme.)

Das Licht. — Optische Werkzeuge.

33. Die Körper sind entweder selbstleuchtend, bestehen aus leuchtender Materie, oder sie sind nicht selbstleuchtend. Leuchtende Körper verbreiten ihr Licht gleichförmig nach allen Seiten; die andern sind entweder durchsichtig, so daß man Gegenstände durch sie erkennen kann, durchscheinend oder undurchsichtig, gar kein Licht durchlassend. Doch sind fast alle Körper, so-



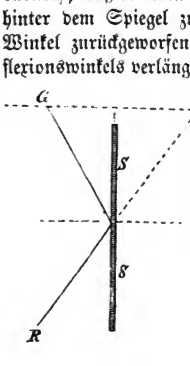
Digitized by Google

gar Metalle, wenn sie nur dünn genug sind, wenigstens durchscheinend. Luft und Wasser in geringer Quantität scheinen vollkommen durchsichtig, in großer Menge sind sie blau oder grünlich, absorbiren also einen Theil des Lichtes. Körper, welche alles Licht in sich aufnehmen, erscheinen schwarz. Undurchsichtige Körper werfen Schatten; ist der beleuchtete Körper von einiger Ausdehnung, so unterscheidet man Kern- und Halbschatten; letzterer nimmt mit der Entfernung vom leuchtenden Körper zu, ersterer ab, wie vorstehende Figur zeigt.

34. Ein Lichtstrahl pflanzt sich im gleichen Mittel immer geradlinig fort; tritt er in ein anderes Mittel ein, etwa aus der Luft in Wasser, so wird ein Theil von der Oberfläche des letztern zurückgeworfen, reflectirt, der andere dringt ein, wird aber gebrochen, refrangirt, seine Richtung geändert. Durch die Reflexion entsteht Spiegelung, durch die Refraction erscheinen uns Gegenstände, z. B. in Wasser und Luft, an einem andern Orte, als an dem sie sich wirklich befinden. Diese Brechung des Lichtes kann man bekanntlich auch durch ein Prisma bewirken, gewöhnlich ein dreiseitiges, von Glas verfertigtes; eine Seite ist die Grundfläche, die andern zwei sind die Grenzflächen, und der brechende Winkel des Prisma's ist der, welchen beide letztere mit einander machen. Gegenstände, durch ein Prisma betrachtet, scheinen uns wegen der Brechung, welche die von ihnen kommenden Strahlen im Prisma erleiden, an einem andern Orte zu seyn, als an dem sie sich wirklich befinden.

35. Das Licht legt etwa 42,000 Meilen in 1 Secunde zurück, wie man bei der Verfinsterung der Jupitersmonde ausgemittelt hat; seine Stärke nimmt ab im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Das Licht verbreitet sich nämlich allseitig, gleichsam in einem kugelförmigen Raum; nun verhalten sich aber die Oberflächen der Kugeln wie die Quadrate ihrer Halbmesser; das Licht muß sich also bei 2, 3, 4mal so großer Entfernung vom leuchtenden Körper über eine 4, 9, 16mal so große Oberfläche verbreiten, daher 4, 9, 16mal schwächer werden.

36. Ein Spiegel zeigt uns die Bilder vor ihm liegender Gegenstände dadurch, daß er deren auf ihn fallende Strahlen reflectirt; das Bild scheint sich hinter dem Spiegel zu befinden; der Strahl wird nämlich unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter dem er einfällt, und wenn die Linie des Reflexionswinkels verlängert wird, so führt sie hinter den Spiegel; der gespiegelte Strahl macht daher den Eindruck auf das Auge, als wenn er von einem Gegenstand hinter dem Spiegel käme. In der beistehenden Fig. ist SS der Spiegel, G der vom Gegenstand kommende, R der reflectirte Strahl, SP der Punkt hinter dem Spiegel, von welchem der Strahl zu kommen scheint. Wenn man zwei oder mehrere Spiegel in Winkeln, gewöhnlich von 60 Grad, mit einander verbindet, wie in dem bekannten kleinen Spielzeug, Kaleidoskop genannt, so werden die Bilder der Gegenstände vervielfältigt. Einen



Digitized by Google

Hohlspiegel kann man sich als Abschnitt einer hohlen Kugel vorstellen; ergänzt man in Gedanken den fehlenden Theil des Umrisses der Kugel und führt von der Mitte des Spiegels eine Linie zum Centrum dieser, so erhält man hiemit den geometrischen Mittelpunkt und Halbmesser des Spiegels. In der Mitte der Linie vom Centrum der vorgestellten Kugel zur Mitte des Spiegels (also in der Mitte des Halbmessers) liegt der Brennpunkt, Focus des Spiegels. Befindet sich ein Gegenstand zwischen dem Focus und dem Spiegel, so erhält man von demselben ein vergrößertes, scheinbar hinter dem Spiegel liegendes Bild; befindet sich ein Gegenstand zwischen dem Brennpunkt und geometrischen Mittelpunkt, also etwa doppelt so weit entfernt als im vorigen Falle, so erhält man ein gleiches Bild, scheinbar vor dem Spiegel. Man wendet den Hohlspiegel in der Zauberlaterne als Brennspiegel, zum Concentriren des Lichtes bei Laternen und Leuchtthürmen und bei den sogen. Spiegel-Teleskopen an. Convexspiegel zerstreuen die Strahlen und geben von den Gegenständen verkleinerte aufrechte Bilder hinter dem Spiegel.

37. Besondere Gesetze herrschen bei der Brechung des Lichtes durch sogen. Linsen, durchsichtige, gewöhnlich aus Glas verfertigte Körper, welche bewirken, daß die durch sie gehenden Strahlen sich zusammen neigen, convergiren oder aus einander weichen, divergiren. Die gewöhnlichsten Linsen sind die verschieden sphärischen, zu optischen Instrumenten gebrauchten; man hat durch zwei nach außen gewölbte Kugelflächen begrenzte, sogen. biconvexe; durch eine ebene und eine Kugelfläche begrenzte, planconvexe; dann durch eine Hohl- und eine gewölbte Fläche begrenzte, concav-convexe; alle drei in der Mitte dicker als am Rande und Sammellinsen genannt, weil sie die Strahlen zusammenfassen, convergiren machen; endlich hat man verschieden geformte Zerstreuungslinsen, welche immer in der Mitte dünner als am Rande sind, und die Strahlen zerstreuen, sie aus einander weichen machen. Betrachtet man Gegenstände durch Sammellinsen in einer gewissen Entfernung, so erscheinen sie größer, durch Zerstreuungslinsen kleiner. Eine convexe Linse, zwischen das Auge und den Gegenstand gehalten, gestattet uns, denselben unbeschadet der Deutlichkeit des Sehens, näher vor das Auge zu bringen; sie vergrößert hiemit den Sehwinkel, hiemit das Bild des Gegenstandes um so mehr, je convexer sie ist. Darauf beruhen die Vergrößerungsgläser; ein einziges solches Glas oder auch mehrere, die aber zusammen nur ein einziges System darstellen, nennt man Lupen oder einfache Mikroskope; das zusammengesetzte Mikroskop ist eine Verbindung zweier Systeme solcher Gläser; die einen, dem Gegenstande nächsten, die Objectivsysteme, machen ein vergrößertes (verkehrtes) Bild von ihm; die andern, Ocularsysteme, vergrößern dieses Bild nochmal; es wird durch das an sie gebrachte Auge betrachtet. Multiplicirt man die Zahl der Durchmesser, um welche ein Gegenstand durch Objectiv und Ocular vergrößert wird, mit einander, so erhält man die Gesammtvergrößerung eines Mikroskops. Sehr gute Instrumente vergrößern einen Gegenstand mit voller Klarheit und Deutlichkeit 300 bis 500mal im Durchmesser; man kann die Vergrößerungen (namentlich durch

Digitized by Google

stärkere Oculare) aber viel weiter, 1000—2000mal und darüber treiben, ohne jedoch wesentlich zu gewinnen, da das Bild, wenn auch größer, an Helligkeit und Schärfe verliert. Alle wichtigen Entdeckungen in der Wissenschaft sind mit höchstens 3—500mal. Vergr. gemacht worden. Das Mikroskop hat uns Welten aufgeschlossen, viel reicher und mannichfaltiger als die das Teleskop uns zeigt, welches doch fast nur die Zahl der am Sternhimmel sichtbaren Lichtpunkte vermehrt, während (den Mond ausgenommen) wir über die nähere Beschaffenheit sogar der Körper unseres Sonnensystems nur die sparsamsten Aufschlüsse gewonnen haben. Durch das Mikroskop erkennen wir z. B., daß es höchst zahlreiche, dem freien Auge ganz unsichtbare Thier- und Pflanzengattungen gebe; daß jeder höher organisirte Körper, namentlich ein menschlicher Leib, ein kleines Universum ist, gebildet aus individualisirten Theilchen von einer erstaunlichen Verschiedenheit der Gestalt, Farbe, Gruppirung und Verrichtung, die zu immer größeren und größeren Organen und Systemen vereinigt sind. — In dem zur wissenschaftlichen Untersuchung gebrauchten Mikroskope wird das Bild im Ocular gesehen; das Sonnenmikroskop erzeugt dasselbe vor dem Instrument in ziemlicher Entfernung auf einer dazu vorgerichteten weißen Fläche; es dient mehr zur Unterhaltung und Belehrung mehrerer gleichzeitig Schauenden, als zur eigentlichen Forschung.

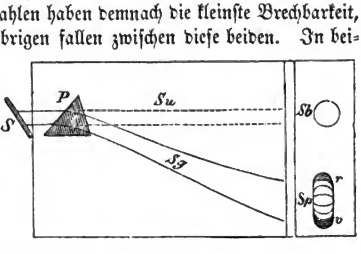
38. Teleskope sind Instrumente, welche entfernte Gegenstände vergrößert zeigen, und weil sie mehr Licht von den Gegenständen empfangen, als das bloße Auge, Gegenstände sichtbar machen, die dieses wegen ihres schwachen Lichtes (oder auch wegen des kleinen Gesichtswinkels) nicht mehr wahrnehmen könnte. Das Bild wird in ihnen entweder durch Hohlspiegel von Metall erzeugt oder durch Objectivgläser; darauf gründet sich der Unterschied von Spiegelteleskopen und Fernröhren; in beiden wird das Bild durch vergrößernde Oculargläser betrachtet. Im gewöhnlichen irdischen und astronomischen Fernrohr sind dieser Gläser mehrere, gewöhnlich planconvex; im sogen. Galilei'schen Fernrohr, welches nur schwache Vergrößerung gestattet, ist nur ein einziges, hohles Ocularglas vorhanden. Sowohl bei Mikroskopen als Fernröhren wendet man achromatische Objective an; sie sind aus einer Crown- und aus einer Flintglaslinse zusammengesetzt und geben ein an den Rändern farbloses Bild, indem sie die Strahlen wieder vereinigen, während gewöhnliche einfache Objective den Gegenstand mit farbigen Rändern zeigen, indem sie, wie bei jeder Brechung geschieht, das Licht zerlegen. Bessere Fernröhre werden seit bald 100 Jahren immer mit achromatischen Objectiven versehen, heißen daher auch Achromaten, die größeren auch Refractoren; die größten wurden von Fraunhofer, Merz, Plößl verfertigt*). Man konnte aber wegen der

*) Plößl in Wien trennt die beiden Hälften des Objectivs; die so construirten Fernröhre heißen Dialyten und können kürzer gemacht werden. 1851 wurde ein Dialyt von $10\frac{1}{2}$ Zoll vollendet. Ein für mich verfertigter Dialyt von nur 37‴ Oeffnung gibt ausgezeichnet schöne undscharfe Bilder und zeigt die Mehrzahl der Doppelsterne von Struve's 3. bis 8. Klasse. — Fraunhofer wendete zur Prüfung der Fernröhre schwarze Figuren auf weißem Grunde, Plößl, wie er mir schreibt, wendet feine Doppelsterne an.

Digitized by Google

Schwierigkeit der Construction sehr großer Objective noch nicht Instrumente dieser Art zu Stande bringen, welche in Lichtstärke, daher mächtiger Wirkung vollkommen die größten Spiegelteleskope, Reflectoren, erreichten, wie z. B. die Herschel'schen oder jetzt die noch größeren des Lords Rosse, obwohl Achromaten angenehmer zu handhaben und leichter in ihrer Vollkommenheit zu erhalten sind, als Reflectoren. Je mehr Licht ein Teleskop von den Gegenständen aufnimmt (was von dem dem Lichte dargebotenen Durchmesser des Objectivs oder Spiegels, deren sogen. Oeffnung abhängt), desto fernere Gegenstände wird es zeigen, desto weiter wird es in den Raum vordringen können; man hat berechnet, daß ein Fernrohr von 1 Zoll Oeffnung $4\frac{1}{5}$mal weiter in den Raum vordringt, als das freie Auge, eines von 3 Zoll 10mal, von 5 Zoll 14=, von 9 Zoll (wie die Dorpater und Berliner Refractoren) 20=, von 14 Zoll (wie die Reflectoren in Pulkowa und Boston) $24\frac{4}{5}$=, das große Teleskop von Rosse (in Irland, mit einer Spiegelöffnung von 6 Fuß) 50mal.

39. Wenn man mit einem Spiegel die Sonnenstrahlen auffängt, und dieselben durch eine runde Oeffnung in einem Laden in ein verdunkeltes Zimmer wirft, so entsteht an der entgegengesetzten Wand ein weißes, rundes Sonnenbild. Bringt man aber innen am Laden ein Prisma an, so erzeugt sich an der Wand ein farbiges, längliches Sonnenbild, welches man Spectrum nennt. Es entsteht dadurch, daß das weiße Sonnenlicht mittelst des Prisma's in die farbigen Strahlen zerlegt wird, aus welchen es besteht; es sind dieser farbigen Strahlen eigentlich unzählige, aber das Auge unterscheidet sieben Hauptgruppen derselben in folgender Ordnung: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett, also die gleichen Farben, wie sie der Regenbogen zeigt. Man bemerkt, daß die rothen Strahlen nach der Stelle gekehrt sind, an welcher das Sonnenbild ohne Prisma erscheinen würde; auf sie folgen dann nach der angegebenen Reihe die übrigen, zuletzt die violetten, welche also am weitesten abgelenkt wurden; die rothen Strahlen haben demnach die kleinste Brechbarkeit, die violetten die größte und die übrigen fallen zwischen diese beiden. In beistehender Figur ist S der Spiegel, P das Prisma, Su ist der Weg, den die Strahlen ungebrochen machen würden um Sb, das Sonnenbild, zu erzeugen, Sg sind die durch das Prisma gebrochenen Strahlen, Sp das Spectrum, r dessen rothes, v dessen violettes Ende. —

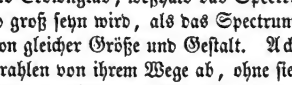


40. Farbige Strahlen lassen sich nicht weiter zerlegen, sind also einfach. Concentrirt man sie durch eine Converlinse oder einen Sammelspiegel, so vereinigen sie sich und geben wieder weißes Licht, eben so, wenn man das farbige Spectrum unter bestimmten Umständen durch ein zweites Prisma sieht. Eine kreisförmige Scheibe in sieben mit den prismatischen (oder Regenbogen=) Farben bemalte Abschnitte getheilt und schnell gedreht, zeigt sich weißlich. Man

Digitized by Google

kann also aus dem zerlegten farbigen Licht das weiße durch Vereinigung der Strahlen wieder herstellen. Unterdrückt man eine oder mehrere Farben des Spectrums, so wird nicht mehr weißes Licht, sondern irgend ein farbiges entstehen. Unterdrückt man etwa das Indigo und Violett, so wird, da hiedurch die rothgelbe Abtheilung des Spectrums ein Uebergewicht gewinnt, ein röthlich gelbes Spectrum entstehen, unterdrückt man hingegen das Roth und Gelb, ein bläuliches; fügt man diesem Roth, jenem Blau zu, so entsteht wieder weißes Licht. Farben, die so vereinigt, weißes Licht geben, heißen ergänzende, complementäre. Die gelben Farben sind complementär für die blauen, Violett für Grün, Grün für Roth.

41. Das durch ein Prisma bewirkte Trennen farbiger Lichtstrahlen heißt Farbenzerstreuung. Verschiedene Substanzen haben verschiedene zerstreuende Kraft, z. B. Flintglas dreimal mehr als Wasser, zweimal mehr als Crownglas, weßhalb das Spectrum eines Prismas aus Flintglas dreimal so groß seyn wird, als das Spectrum eines aus Wasser construirten Prismas von gleicher Größe und Gestalt. Achromatische Prismen lenken die Lichtstrahlen von ihrem Wege ab, ohne sie in Farben zu zerlegen; achromatische Linsen vereinigen die Brennpunkte der verschiedenfarbigen Strahlen genau und zeigen deßhalb die Gegenstände frei von allen farbigen Rändern. Die Construction achromatischer Linsen für Fernröhre wurde namentlich durch Dollond um die Mitte des vorigen Jahrhunderts begonnen; sie beruhen blos darauf, daß, wie beistehende Figur zeigt, eine Sammellinse von Crownglas, welche die violetten Strahlen stärker convergiren macht als die rothen, mit einer Hohllinse von Flintglas combinirt wird, welche die violetten Strahlen stärker divergiren macht, als die rothen; hiedurch wird mit Beibehaltung der Brechung die Farbenzerstreuung aufgehoben und die Gegenstände erscheinen frei von farbigen Rändern, während sie in den früheren einfachen Linsen von selben umgeben sind, was die Deutlichkeit des Sehens sehr stört.



42. Newton, der große englische Mathematiker und Physiker, nahm eine eigene unwägbare Lichtmaterie an; Theilchen derselben würden von den leuchtenden Körpern mit der bekannten ungeheuren Geschwindigkeit ausgesendet; die Verschiedenheit der Farben rührt nach ihm von der verschiedenen Geschwindigkeit her. Diese Theorie des Lichtes nennt man die Emanations- oder Emissionstheorie. Huyghens hingegen, der berühmte holländische Astronom, behauptete, daß sich das Licht durch die Schwingung der Aethertheilchen fortpflanze. Der Aether, ein unwägbarer, höchst feiner Stoff, erfüllt nicht nur den ganzen Weltraum, sondern durchdringt auch alle Körper und füllt die Zwischenräume ihrer Atome aus. Der Aether ist nicht selbst das Licht, sondern für sich finster, das Licht ist vielmehr die schwingende Bewegung, in welche die Aethertheilchen durch die leuchtenden Körper versetzt werden. Diese ist die Undulations- oder Vibrationstheorie, welche zur herrschenden geworden ist.

Digitized by Google

43. Hienach vibriren die Theilchen eines leuchtenden Körpers etwa so wie die eines schallenden, nur viel schneller, und die Lichtschwingungen werden nicht durch die wägbare Materie, sondern durch den Aether fortgepflanzt. Bei der Fortpflanzung eines Lichtstrahles vibriren die Aethertheilchen etwa so, steigen ähnlich auf und ab, wie die Theile eines gespannten, angeschlagenen Seiles, die Schwingung pflanzt sich von einem Aethermolekül zum andern fort, wodurch Wellenberge und Wellenthäler entstehen; die Entfernung zweier Moleküle, welche immer die gleichen Schwingungen machen, nennt man (wie beim Wasser ꝛc.) eine Wellenlänge. Man hat ermittelt, daß die Wellenlänge für die verschiedenen Farben ungleich sey; sie beträgt in Brüchen eines Zolles ausgedrückt für

Roth	=	0,0000248
Orange	=	0,0000217
Gelb	=	0,0000201
Grün	=	0,0000184
Blau	=	0,0000168
Indigo	=	0,0000156
Violett	=	0,0000145

Man sieht hieraus, daß die Wellenlänge der rothen Strahlen am größten, der violetten am kleinsten ist, deßhalb schwingen auch die violetten Strahlen schneller als die rothen; was bei den Tönen Höhe oder Tiefe ist, sind beim Lichte die Farben. Die Lichtvibrationen verbreiten sich in concentrischen Kugelschichten um den leuchtenden Körper; die Oberfläche der Lichtwellen hat Kugelform.

44. Lichtstrahlen, welche, von zwei verschiedenen Punkten ausgehend, nach dem gleichen Punkte sich bewegen, können, sobald sie sich auf ihrem Wege durchschneiden, sich verstärken oder sich schwächen, auch sich ganz aufheben (also verdunkeln), oder keinerlei Wirkung veranlassen, was Alles auf die Verhältnisse ankömmt, in welchen ihre Wellensysteme aufeinander treffen. Man nennt diese Erscheinung Interferenz der Lichtstrahlen. Die sogen. Beugung des Lichtes, vermöge welcher man farbige Kreise oder Streifen sieht, wenn man das Sonnenbildchen auf einem Uhrglas, einer Thermometerkugel ꝛc. durch ein kleines rundes Loch oder eine schmale Spalte betrachtet, beruht ebenfalls auf Interferenz, d. h. auf der Art, in welcher die durch die kleine Oeffnung gehenden Strahlen zusammenwirken oder auseinanderfahren. Die Regenbogenfarben, welche man manchmal an den Haaren wahrnimmt, oder wenn man durch den Bart einer Vogelfeder nach einer Kerzenflamme sieht, sind ebenfalls Beugungserscheinungen. Fallen Lichtstrahlen auf eine sonst dünne Schicht eines Körpers, so werden sie z. Th. von dessen oberer, z. Th. von dessen unterer Fläche reflectirt; die von beiden Flächen zurückgeworfenen Lichtstrahlen interferiren und werden je nach der Verschiedenheit ihrer durchlaufenen Wege und dadurch bedingtem Wellensysteme sich bald verstärken, bald vernichten. Die Farbenerscheinungen, welche Seifenblasen, dünne Glaskugeln, Oeltropfen auf

Digitized by Google

Wasser, dünne Luftschichten in Ritzen von Glas, Bergkrystall ꝛc. hervorbringen, gehören hieher.

45. Die sogen. Polarisation des Lichtes und die doppelte Strahlenbrechung mancher Körper sind Entdeckungen der neuern Zeit. Strahlen, welche unter einem bestimmten Winkel, der nicht unter 30° und nicht über 40° betragen darf (am besten genau 35° 25′) von glänzenden Flächen, einer polirten Tischplatte oder einer Glasplatte reflectirt werden, erleiden eine solche Veränderung, daß sie, wenn man jene reflectirten Flächen durch eine aus einem Turmalin geschnittene Platte betrachtet, nur bei bestimmten Stellungen dieser sichtbar bleiben, bei andern nicht; das von jenen spiegelnden Flächen kommende Licht ist also bei dem bestimmten Winkel, in dem dieselben zur verticalen Lichtquelle stehen, eigenthümlich verändert, polarisirt worden. In den, besonders für diesen Zweck eingerichteten Polarisationsapparaten sind drei spiegelnde Flächen mit einander verbunden, wovon die mittlere und obere um ihre Queraxe beweglich, also leicht in einen Winkel von 35° mit der Verticallinie stellbar sind. Die Strahlen gelangen auf die unten befindlichen horizontal liegenden Spiegel, werden von diesen senkrecht reflectirt, gehen durch die mittlere Glasplatte hindurch und von dieser polarisirt und reflectirt auf den untern gewöhnlichen horizontal stehenden Spiegel, welcher sie senkrecht nach oben wirft. Hiebei gehen sie durch die mittlere Glasplatte, von der sie kamen, hindurch und treffen auf den oberen, wieder in einem Winkel gestellten, aus schwarzem Glase bestehenden Spiegel, welcher auch um seine Längenaxe gedreht werden kann, zusammen. Bei dieser Drehung bemerkt man nun, daß wenn der mittlere und obere Spiegel parallel stehen, letzterer die von unten ihn treffenden polarisirten Strahlen reflectirt, das Gesichtsfeld also hell ist, sobald aber der Spiegel aus dieser Lage gedreht wird, das Licht immer schwächer wird, bei 90° der Drehung ganz verschwindet, bei mehr wieder kömmt, und bei 180° Drehung wieder die gleiche Stärke erlangt, wie bei der ursprünglichen Stellung. Hat der mittlere Spiegel eine kleinere Neigung gegen die Verticale, etwa nur 25°, so erfolgt die Polarisation unvollkommen. Metallflächen polarisiren nicht. Zur Erklärung der Polarisation nimmt man an, daß alle Schwingungen eines polarisirten Lichtstrahles in der gleichen Ebene stattfinden, während die Schwingungen eines gewöhnlichen Lichtstrahles nach allen möglichen Ebenen geschehen.

46. Die doppelte Strahlenbrechung wurde vorzüglich bei gewissen Krystallformen, als Kalkspath (Doppelspath), beobachtet, kommt aber allen nicht zum regulären Systeme gehörenden Krystallen, ferner auch manchen Flüssigkeiten, z. B. Citronen- oder Terpentinöl, Kamphergeist, Zuckersyrup ꝛc. zu. Betrachtet man durch ein Stück Doppelspath oder die genannten Flüssigkeiten einen schwarzen Punkt oder Linie auf Papier, so sieht man statt eines zwei Punkte oder Linien, ein Beweis, daß jeder Lichtstrahl in diesem Körper in zwei gespalten wird, welche ungleichen Brechungsgesetzen folgen.

47. Das Licht wirkt mächtig ein auf die unorganische sowohl als organische Natur. Des Lichtes beraubte Pflanzen können die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure nicht in Kohle und Sauerstoff zer-

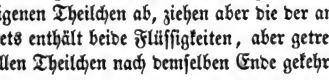
Digitized by Google

ſetzen, alſo auch den Sauerſtoff nicht aushauchen, kein Chlorophyll (Blattgrün) bilden und bleiben daher bleich. Des Lichtes beraubte Thiere (mit gewiſſen Ausnahmen) kränkeln und verlieren ſogar die Sehkraft. Die Zerſetzung und Verbindung mancher organiſchen und unorganiſchen Subſtanzen wird durch das Licht gefördert; Chlorgas und Waſſerſtoffgas verbinden ſich im Dunkeln nicht miteinander, wohl aber im Lichte; concentrirte Salpeterſäure zerſetzt ſich im Lichte, das weiße Queckſilber wird violett, endlich ſchwarz ꝛc. Die chemiſche Wirkung des Lichtes auf Jodſilber wird zur Daguerreotypie benützt.

Der Magnetismus.

48. Ein zweites Dynamid iſt das magnetiſche. Der Magneteiſenſtein, ein weit verbreitetes Eiſenerz, hat die Fähigkeit, Eiſen anzuziehen, und iſt ſomit ein natürlicher Magnet; dieſelbe Fähigkeit kann man dem Stahle bleibend, dem Eiſen vorübergehend mittheilen und ſo künſtliche Magnete erzeugen. Die Eiſenfeilſpäne hängen den Enden, Polen des Magnets am leichteſten und häufigſten an, gegen die Mitte weniger, an dieſer gar nicht; ein Magnetſtab, in zwei Hälften zerbrochen, wird zu zwei vollſtändigen Magneten, indem die vorher indifferente (neutrale) Mitte die umgekehrten Polaritäten der Enden annimmt. Nähert man den Nordpol eines Magnets dem Nordpol eines andern, ſo wird er abgeſtoßen, vom Südpol des andern hingegen angezogen; der Südpol des einen wird vom Nordpol des andern angezogen, von deſſen Südpol abgeſtoßen. Gleichnamige Pole ſtoßen ſich demnach ab, ungleichnamige ziehen ſich an. Eiſen, an einen Magnet gehängt, wird ſelbſt zum Magnet und zieht, ſo lange die Verbindung dauert, Eiſenfeile an.

49. Man nimmt zwei verſchiedene magnetiſche Flüſſigkeiten als Urſache des Magnetismus in einem Magnet an; die Theilchen der einen ſtoßen ihre eigenen Theilchen ab, ziehen aber die der anderen an. Jedes Molekül des Magnets enthält beide Flüſſigkeiten, aber getrennt; die gleichartige Flüſſigkeit iſt in allen Theilchen nach demſelben Ende gekehrt, ſo daß an einem Pol nur die eine, am andern nur die andere Flüſſigkeit vorhanden iſt; deßhalb iſt jedes Stück eines zerbrochenen Magnets wieder ein Magnet. Vorſtehende Figur macht die Vertheilung der beiden Fluida anſchaulich.



50. Eiſen, durch die Einwirkung eines Magneten magnetiſch werdend, nimmt kein magnetiſches Fluidum von dieſem auf, ſondern die ſchon in ihm enthaltenen aber gleichmäßig vertheilten Flüſſigkeiten ordnen ſich bloß auf die Weiſe wie im Magnet. Um die aus Stahlſtäben, hufeiſenförmigen Stahlplatten ꝛc. conſtruirten Magnete in immerwährender Thätigkeit zu erhalten, bringt man Stücke weichen Eiſens mit ihnen in Verbindung, was man armiren nennt. Gewaltſames Losreißen der Armatur (etwa durch Anhängen zu ſtarker Gewichte an dieſelbe) ſchwächt die Kraft des Magneten auf längere Zeit.

Digitized by Google

Sollen Stahlnadeln, Stahlstäbe ꝛc. magnetisch gemacht werden, so ist hiezu kunstgemäßes Streichen mit starken Magneten nöthig.

51. Eine auf einer Spitze schwebende Magnetnadel oder ein frei aufgehängter Magnetstab richten ihre Pole nach bestimmten Himmelsgegenden und nehmen auch hinsichtlich der Horizontalebene eine bestimmte Stellung ein; bringt man sie aus diesen Richtungen heraus und läßt sie dann frei, so kehren sie durch Schwingungen wieder in selbe zurück. Diese Erscheinungen bleiben sich gleich in den verschiedensten Gegenden, auf den Höhen und in den Tiefen der Erde, auf dem Meere und im Luftkreis. Die Kraft, welche Nadeln und Stäbe richtet, ist keine andere, als die magnetische Kraft der Erde; die Erde ist selbst ein großer Magnet, dessen magnetische Pole in der Nähe der geographischen liegen. Nach Ampère beruht der Erdmagnetismus in Strömen, welche parallel mit dem magnetischen Aequator sich in der Erdrinde bewegen. — Gewöhnlich nennen wir den nach Norden gerichteten Pol der Nadel deren Nordpol; weil gleichnamige Pole sich aber abstoßen, würde er richtiger Südpol heißen.

52. Die Richtung und Neigung der Nadel ist in verschiedenen Gegenden ungleich und ändert auch in derselben Gegend nach verschiedenen Zeiten. Die durch die Richtungslinie einer Nadel oder eines Stabes gedachte Verticalebene nennt man magnetischen Meridian; derselbe macht an den meisten Orten mit dem astronomischen Meridian einen Winkel, welche man Abweichung, Declination nennt, und die östlich oder westlich seyn kann. Die sogen. Declinationsbousso-len (die von den Seefahrern gebrauchte heißt Compaß*) dienen zur Messung der Declinationen. Nadel oder Stab schweben ferner in den wenigsten Gegenden genau horizontal, sondern machen einen mehr oder minder großen Winkel mit der Horizontalebene, was man Inclination, Neigung nennt, zu deren Messung die sogen. Inclinationsbousso len oder Inclinatorien dienen. Bei uns senkt sich das nach Norden gekehrte Ende der Nadel etwa um 70° gegen den Horizont, in den, den Polen näheren Gegenden wird die Senkung (des Nord- oder Südpoles der Nadel) bedeutender, der Compaß daher für die Seefahrer unbrauchbar; am magnetischen Nordpol (70° 5′ n. Br. u. 263° 14′ östl. Länge von Greenwich) sah Kapitän Roß die Nadel ganz senkrecht stehen. Um die ganze Erdmitte geht eine unregelmäßige Linie herum, wo die Nadel gar keine Neigung hat, vollkommen horizontal steht, welche man magnetischen Aequator nennt und der vom geographischen Aequator mehr oder minder abweicht.

53. Declination und Inclination ändern in der Zeit; erstere war in Paris gegen Ende des 16. Jahrh. 11° 30′ östlich, nahm hierauf ab, war 1663 gleich Null, wurde hierauf westlich, erreichte 1814 ihr westliches Maxi-

*) Eine Art Compaß wurde von den Chinesen schon 2300 v. Chr. auf Landreisen, später zur Schifffahrt angewendet.

Digitized by Google

mum von 22° 34′ und nimmt nun allmälig wieder ab. 1671 betrug die Inclination etwa 75°, jetzt 67½°. Diese säculären Aenderungen werden durch die langsame Verrückung der magnetischen Erdpole bewirkt; außerdem finden fortwährend kleine tägliche Schwingungsänderungen und außerdem noch durch Polarlichter, Erdbeben und vulkanische Ausbrüche veranlaßte Störungen statt.

54. Die Kraft oder Intensität des Erdmagnetismus ist in der Nähe des magnetischen Aequators am kleinsten, und wächst gegen die Pole; in größeren Zeiträumen wechselt sie auch am selben Orte und hat zugleich ihre täglichen Schwankungen. Man mißt die Kraft des Erdmagnetismus, indem man beobachtet, wie viel Schwingungen eine Nadel in einer gegebenen Zeit, etwa 5 Minuten macht, um wieder in ihre magnetische Gleichgewichtslage zurückzukehren, nachdem man sie aus derselben gebracht hat; je zahlreicher diese Schwingungen, desto stärker ist an einem Orte die Einwirkung des Erdmagnetismus.

55. Eine Stange von weichem Eisen, in die Richtung der Inclinationsnadel gehalten, wird durch den Einfluß des Erdmagnetismus selbst magnetisch, ihr unteres Ende zum Süd-, ihr oberes zum Nordpol; schwächer ist die Einwirkung auf vertikal hängende Eisenstangen oder sonstige Eisenmassen. Eine so magnetisch gewordene Eisenstange behält, wenn sie geschlagen wird, den Magnetismus bleibend; daher sind viele Werkzeuge bei Mechanikern und Schlossern zufällig zu Magneten geworden. Auch lange Zeit vertical stehende und rostende Eisenstangen, z. B. auf Thürmen, sind oft magnetisch.

56. Durch Versuche hat man gefunden, daß die magnetische Kraft gleich allen übrigen, von einem Punkte ausgehenden, im Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnimmt, also in zweimal größerer Entfernung viermal, in dreimal größerer neunmal schwächer wirkt; die Totalwirkung eines Magnetstabes hingegen nimmt im Verhältniß der dritten Potenz der Entfernung ab, ist also in doppelter Entfernung achtmal, in dreifacher siebenundzwanzigmal geringer, weil die anziehende Kraft des einen Poles durch die abstoßende des andern Poles verringert wird.

Elektricität. — Galvanismus. — Elektromagnetismus.

57. Das dritte Dynamid ist die Elektricität; sie ist durch die ganze Körperwelt verbreitet, ihre Erscheinungen sind complicirter als die des Magnetismus; zu ihrer Erklärung hat man noch immer die (wahrscheinlich unrichtige) Vorstellung zweier elektrischen Flüssigkeiten. Sind diese in einem Körper neutralisirt, so befindet er sich in seinem natürlichen Zustande, äußert keine elektrischen Wirkungen; werden sie aber zersetzt, so verhält sich der Körper elektrisch. Die magnetischen Fluida bleiben in den Theilen des Magnets verschlossen, die elektrischen können von einem Körper zum andern übergehen. Daß ein Körper elektrisch geworden, erkennt man daraus, daß er leichte Gegenstände, Papierschnitzel, Hollundermarkkügelchen u. s. w. anzuziehen vermag.

Digitized by Google

58. Am einfachsten wird diese Kraft durch Reibung erregt. Harze (darunter der Bernstein, von den Griechen, welche an ihm zuerst elektr. Erscheinungen wahrgenommen, Elektron genannt, woher der Name Elektricität), Glas, Schwefel, werden durch Reibung stark elektrisch, Holz, Kohle, Edelsteine kaum, Metalle scheinbar gar nicht; daher die frühere Unterscheidung in idioelektrische und anelektrische (nicht elektrische) Körper. Später fand man, daß die Metalle, wie alle sogen. anelektrischen Körper, das elektr. Fluidum annehmen und fortpflanzen können, weßhalb man sie Leiter der E. nannte, während die idioelektr. keine Leiter sind; macht man das eine Ende eines Glasstabes durch Reiben elektrisch, so zieht das andere nicht im Mindesten an. Seide, Glas, die Luft, überhaupt die Nichtleiter der E. nennt man Isolatoren; ein elektr. Körper kann diese Kraft nur so lange behalten, als er von Isolatoren umgeben, isolirt ist. Der Wasserdampf leitet sehr gut; daher werden auch Isolatoren zu Leitern, wenn sich auf ihnen Wasserdampf niederschlägt; auch der menschliche Körper ist ein guter Leiter. Ueberhaupt gibt es aber keine absoluten Nichtleiter, so daß die Eintheilung der Körper in gute und schlechte Leiter richtiger ist, als die in Leiter und Nichtleiter. Die besten Leiter sind die Metalle, die schlechtesten Harze, Seide, Glas.

59. Wenn man einen leichten Gegenstand, etwa ein Hollundermarkkügelchen, mit einem el. Körper in Berührung bringt, so wird es angezogen, aber nach Mittheilung der E. wieder abgestoßen. Die beiden bereits erwähnten Flüssigkeiten bedingen aber zweierlei Modificationen der E. Wenn man zwei an Seidenfäden aufgehangene Hollunderkügelchen hat, deren eines die E. von einer geriebenen Glasstange, das andere die von einer geriebenen Schellackstange durch Berührung mitgetheilt erhielt, so wird das Kügelchen, welches die E. der Glasstange empfing und dann von ihr abgestoßen wurde, von der Schellackstange angezogen; umgekehrt wird das von der Schellackstange elektrisirte und dann abgestoßene von der Glasstange angezogen, — daher die Unterscheidung von Glaselektricität oder positiver und Harzelektricität od. negativer. Aber die meisten Körper können durch Reiben bald positiv, bald negativ el. werden; Glas selbst wird nur positiv el., wenn man es mit Wolle od. Seide reibt, negativ hingegen, wenn mit einem Katzenpelze gerieben; Harz jedoch wird negativ el., mag man es mit Wolle, Seide oder einem Katzenpelze reiben. Ganz geringe Veränderungen reichen hin, Körper positiv oder negativ el. zu machen.

60. E. wird durch Berührung mitgetheilt, oder kann auch ohne diese, in Distanz von dem el. Körper auf den zu elektrisirenden überspringen und zwar als leuchtender Funke und mit knisterndem Geräusch; der Funke entzündet Aether, Weingeist, Schießpulver ꝛc. Selbst aus dem menschlichen Körper kann man el. Funken locken; es braucht sich nur Jemand auf einen Isolirschemel (Schemel mit Glasfüßen) zu stellen und den Conductor einer Elektrisirmaschine zu fassen; man fühlt bald die Mittheilung der E. durch ein eigenthüm-

Digitized by Google

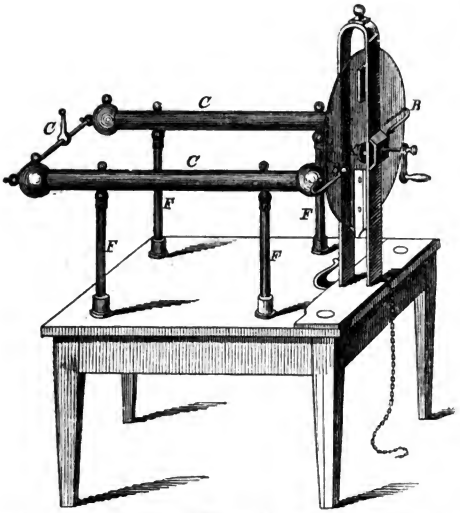
liches Gefühl auf der Haut und Sträuben der Haare; nähert sich nun ein nicht isolirter Leiter, z. B. ein Mensch mit einem Fingerknöchel der elektrisirten Person, so springt von dieser ein empfindlicher el. Funken über. Manche Personen sind aber an und für sich schon so elektrisch, daß (namentlich in der Kälte) aus ihren Körpern Funken springen.

61. Anziehung ungleichnamiger und Abstoßung gleichnamiger E. findet nicht nur bei der schon zersetzten, sondern auch bei der noch verbundenen statt, weßhalb durch die Annäherung eines el. Körpers an einen nicht el. die in letzterem verbundenen (ruhenden) E. vertheilt werden; so durch Vertheilung el. Körper wirken dann wieder vertheilend auf andere, ihnen nahe kommende. Elektroskope dienen zur Ausmittlung der Stärke und Beschaffenheit der E. und zur Entdeckung kleiner Mengen von E. Will man wissen, ob die E. eines Körpers positiv oder negativ sey, so wird das Elektroskop vorher mit einer bekannten E. geladen, und nähert man ihm dann einen el. Körper, so wird hierdurch der Abstand der Pendel, aus welchen es besteht (am einfachsten sind es zwei leinene Fäden mit Korkkügelchen), entweder vergrößert, wenn die E. des unbekannten Körpers gleichnamig ist, oder verkleinert im Gegensatze.

62. Das sogen. Elektrophor besteht aus einem negativ el. Harzkuchen, in eine Art metallenen Teller eingegossen; auf den Harzkuchen wird ein mit einer isolirenden Handhabe versehener Metalldeckel aufgesetzt. Die negative E. des Harzkuchens vertheilt die noch verbundene E. im Deckel, zieht die positive an, stößt die negative ab, welche sich nun im oberen Theile des Deckels anhäuft. Nähert man dem Deckel einen Fingerknöchel, so springt ein Funken über und bei Berührung des Deckels mit dem Finger entfernt sich alle negative E. und der Deckel ladet sich nur mit positiver, welche aber durch die negative des Harzkuchens gebunden, hingegen bei Trennung des Deckels vom Kuchen frei wird und nun sich in Funken hervorziehen läßt.

63. Die verschiedenen Formen der Elektrisirmaschine bestehen aus den gleichen wesentlichen Theilen: einem reibenden Körper (gewöhnlich ein Pferdehaarkissen, dessen Reibfläche ein mit Amalgam überzogenes Leder ist), einem geriebenen Körper (einer drehbaren Glasscheibe oder Glascylinder), und einem isolirten, leitenden Conductor (einem System von hohlen Messingcylindern mit Kugelenden, von gläsernen Säulen getragen, die mit Schellackfirniß überzogen sind; der Conductor greift mit zwei Backen über die Scheibe). Dreht man die Scheibe, so wird sie positiv elektrisch durch das Reiben am amalgamirten Lederkissen; diese positive E. wirkt durch Vermittlung der Backen zersetzend auf die ruhende des Conductors; dessen negative E. wird angezogen und strömt auf das Glas über, um seine positive E. zu neutralisiren; auf dem Conductor bleibt die positive E. zurück, die man durch Annäherung nicht el. Körper in Funken ꝛc. überschlagen lassen kann. Bei Cylindermaschinen kann man oft nach Belieben positive oder negative E. erhalten. Mittelst der Elektrisirmaschinen überhaupt kann man die verschiedenen el. Anziehungs- und Abstoßungsphänomene zeigen; die kräftigsten lernte man aus Dampfkesseln construiren, indem

Digitized by Google



man zufällig wahrnahm, daß ein solcher Kessel, aus welchem durch eine kleine Oeffnung Dampf gewaltsam ausströmte, stark el. wurde. Der Dampf hat hiebei die entgegengesetzte E. wie der Kessel. — In der hier abgebildeten Scheibenmaschine ist S die drehbare Scheibe, K das Kissen, BB die Backen, C,C,C der Conductor, FFFF dessen gläserne Füße.

64. Die el. Anziehung und Abstoßung nimmt gleich dem Magnetismus im Quadrat der Entfernung ab. So lange ein Körper sich im natürlichen, d. h. nicht el. Zustand befindet, sind vermuthlich die beiden el. Fluida gleichförmig in seiner Masse vertheilt; bei deren Trennung, sobald in einem leitenden Körper E. frei wird, wirken deren einzelne Elemente abstoßend auf einander und entfernen sich möglichst weit von einander; die E. verbreitet sich stets auf der Oberfläche der leitenden Körper und wird auf dieser durch die Luft zurückgehalten. Haben solche leitende Körper Spitzen, so häuft sich die E. besonders in diesen an; je dichter sie aber ist, desto leichter überwindet sie den Widerstand der Luft und strömt also aus Spitzen sehr leicht aus, was auch beim Blitzableiter in Rechnung kömmt. Eine über dem Blitzableiter schwebende Wasserwolke zerlegt nämlich dessen verbundene Elektricität, stößt die gleichnamige ab (welche sich im Boden verbreitet), zieht die ungleichnamige an, die aus der Spitze des Blitzableiters in die Luft ausströmt und die entgegengesetzte E. der Wolke bis auf einen gewissen Umkreis neutralisirt, so daß also keine Anhäufung von E. im Blitzableiter möglich ist. Während ihn so die entgegengesetzten E. energisch durchströmen, kann man ihn doch ohne Gefahr berühren, ohne daß ein Funke hervorkäme, weil keine Spannung in ihm da ist. Ein sicherer Blitzableiter muß nach oben in scharfe Spitzen auslaufen und es muß nach unten die Leitung in feuchten Boden oder Wasser ganz vollständig seyn, auch müssen alle Theile die gehörige Größe haben.

65. Von gebundener E. spricht man, wenn die in zwei nahe bei einander befindlichen isolirten Leitern angehäuften Elektricitäten sich gegenseitig an-

Digitized by Google

ziehen, daher nicht entweichen können. Die Franklin'sche Tafel ist eine in der Mitte mit Stanniol bekleidete, am Rande freie, also isolirende Glastafel; ladet man (mittelst einer Maschine) die beiden Seiten mit entgegengesetzten E., so ziehen sich diese wegen ihrer Nähe sehr stark an und binden sich. Durch abwechselnde Berührung der einen und andern Seite kann man Funken hervorlocken und so die Tafel allmälig wieder entladen. Auf gleichem Princip beruht die Leidenerflasche, bestehend aus einem innen und außen bis einige Zoll unter den Rand mit Stanniol belegten Glasgefäße; mit der innern Belegung ist ein Messingstab in Verbindung, der durch den Deckel des Gefäßes geht und oben in einen Knopf endigt. Um diesen Apparat zu laden, setzt man die äußere Belegung mit dem Boden, den Knopf mit dem Conductor einer E.-Maschine in leitende Verbindung. Aus einer sehr großen oder mehreren zu einem System verbundenen Leidenerflaschen kann man sehr starke el. Funken ziehen, welche sogar größere Thiere tödten. Faßt man mit der einen Hand die äußere Belegung, mit der andern den Knopf, so fühlt man sogleich den die Nerven durchzuckenden Entladungsschlag. Condensatoren sind Apparate, um E. von sehr geringer Spannung (Intensität) durch Verdichtung wirksam zu machen.

66. Aus eckigen Körpern und Spitzen sieht man die E. im Dunkeln von selbst als glänzende Lichtbüschel ausströmen; runde el. Körper müssen hiezu schon sehr stark geladen seyn; nähert man ihnen aber einen mit dem Boden verbundenen Leiter, so springen Funken, gleich dem Blitz Zickzacklinien bildend, oft schon auf große Entfernungen über. Macht man Glasröhren luftleer und ladet sie, so füllt die E., sich in der ganzen Röhre ausbreitend, diese mit Licht an. Den eigenthümlichen Geruch ausströmender E. leitet man von einem eigenen Gase, Ozon, her.

67. Unter Galvanismus versteht man durch bloße Berührung verschiedenartiger Substanzen erzeugte E. Galvani in Bologna hatte 1789 frisch präparirte Froschschenkel mittelst kupferner Haken an ein Eisengeländer aufgehangen und sah die Muskeln zucken, so oft der Wind die Schenkel mit dem Kupferhaken an das Eisen trieb. Volta erkannte, daß nicht in den Nerven oder Muskeln, sondern in der Berührung der beiden Metalle die Erscheinung beruhe und daß das wirkende Fluidum E. sey. Am kräftigsten tritt die Erscheinung bei Metallen ein, schwächer fast überall, wo heterogene Stoffe in Berührung sind; die Kraft, welche durch Berührung E. erzeugt, heißt elektromotorische; die Metalle sind starke Elektromotoren, am meisten positiv verhält sich Zink, dann Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle; jeder dieser Stoffe verhält sich zu dem folgenden positiv, zu den vorausgehenden negativ el. Auch andere Körper, z. Th. zusammengesetzte, nehmen eine bestimmte Stelle in der Spannungsreihe ein, andere, wie namentlich Wasser, überhaupt Flüssigkeiten, gehorchen den Gesetzen der Reihe nicht.

68. Die (Seite 39 abgebildete) Volta'sche Säule ist bestimmt, durch Berührung verschiedenartiger Metalle Galvanismus zu erzeugen; man wählt für sie Zink und Kupfer, als zwei in der Spannungsreihe weit auseinander

Digitized by Google

stehende Metalle; Zink bildet den positiven, Kupfer den negativen Faktor. Man weiß, daß feuchte Leiter die el. Spannung verstärken, legt daher auf jedes Plattenpaar von Kupfer und Zink eine in Säure oder Salzwasser getränkte Tuch- oder Pappscheibe. Unten mit Kupfer beginnend, häuft man nun eine mehr oder minder große Zahl solcher Elemente aufeinander, oben mit einer Zinkplatte schließend; der untere Pol ist also negativ, der obere positiv. Verbindet man den Kupferpol durch einen Kupferdraht mit dem Boden, so strömt die freie neg. E. des Kupfers in den Boden über, die freie positive des Zinks häuft sich in den Zinkplatten der Säule an, nach oben an Spannung zunehmend, deren höchsten Grad am Zinkpol erreichend. Bleibt hingegen der negative Pol isolirt und wird der positive mit dem Boden verbunden, so strömt in diesen die positive E., die negative häuft sich in den Kupferplatten an und erreicht am Kupferpol ihre höchste Spannung. Versieht man jeden Pol mit einem Draht, so ladet sich jeder mit der E. dieses Pols; bringt man die beiden Drähte (Conductoren) mit einander in Verbindung, so findet eine beständige Wiedervereinigung der in der Säule fortwährend entwickelten E. statt, ein unaufhörliches Wallen und Strömen im ganzen Apparat, welches zwar bei geschlossenen Drähten nicht sichtbar wird, aber sogleich, wie man die Enden ein wenig von einander entfernt, in einem Funkenstrom von einem Drahtende zum andern sich kundgibt. — Anderer Construction, ohne flüssigen Leiter, ist Zamboni's Säule; die Trogapparate bestehen aus horizontal liegenden Platten von Kupfer und Zink in zelligen Trögen mit gesäuerter Flüssigkeit; bei Wollaston's Batterieen befinden sich die Platten nebst den Flüssigkeiten in einzelnen unter sich verbundenen Gläsern ꝛc. Bei all diesen Apparaten ist aber Veränderlichkeit und Abnahme des el. Stromes nicht zu vermeiden, welcher Uebelstand in den constanten Batterieen von Becquerel, Daniel, Bunsen beseitigt ist.

69. Volta's Säule wirkt im Allgemeinen um so kräftiger, je größer die Zahl der Plattenpaare, je stärker demnach die Spannung ist. So wie man mit beiden Händen die Pole einer starken Säule berührt, demnach die Kette schließt, empfindet man einen starken Schlag durch das Nervensystem, einen schwächeren, wenn man die Berührung wieder aufgibt. Verschiedenartige Metalle mit den Augenliedern, mit der Zunge zusammengebracht, geben Lichterscheinung oder bittern Geschmack; der galvanische Strom bringt wie der der Reibungs-E. Wärme und Licht hervor, schmelzt Metalle, selbst Platin, verflüchtigt Gold, zersetzt Gase, Wasser, Erden ꝛc. in ihre chemischen Elemente, (mit ihr entdeckte Davy die Zusammengesetztheit der Erden und Alkalien; auf ihrer Wirkung beruht die Galvanoplastik ꝛc.), lenkt die Magnetnadel ab. Oersted entdeckte 1820 das Mittel, die E. auf einen Magnet sicher und beständig

Digitized by Google

einwirken zu lassen; Schweigger's Multiplikator (Galvanometer) dient zur Verstärkung der elektromagnetischen Wirkung des Stromes. Zwischen Chemismus und E. finden merkwürdige Beziehungen statt; alle chem. Processe sind von elektr. Wirkungen begleitet, E. ihrerseits erzeugt chemische Umwandlungen (Elektrolytisches Gesetz). Auf diese innere Verwandtschaft gründeten Davy und Berzelius ihre elektrochemische Theorie, nach welcher die Grundursache des Chemismus in el. Anziehung beruht. — Die von den galvanischen Apparaten gelieferte E. ist von der der E.-Maschine und des Elektrophors nicht verschieden, nur dort bewegt, hier ruhig; die Berührungsapparate geben reiche, die Reibungsapparate ärmere Ströme, wodurch Modificationen der Wirkungsart gegeben sind. Das sogen. Ohm'sche Gesetz bestimmt das Verhältniß der Stromstärke zu den Elementen einer galvanischen Kette; die Tangentenbousole dient zur Messung der Stromstärke mittelst der mehr oder minder großen Ablenkung der Magnetnadel.

70. Windet man Kupferdraht in Spiralen um eine Glasröhre, in welcher sich eine Stahlnadel befindet, und läßt durch den Draht einen auch nur einen Augenblick dauernden el. Strom gehen, so ist die Nadel vollkommen magnetisch geworden. Ist der Draht rechts gewunden, wie ein Pfropfzieher oder eine gewöhnliche Schraube, so bildet sich der Nordpol der Nadel an der Eintrittsstelle des positiven Stromes, bei linksgewundenen an der Austrittsstelle. Legt man auf den Boden einer horizontal liegenden Drahtspirale eine Magnetnadel und schließt durch die Drähte einen starken galvanischen Strom, so schnellt die Nadel auf und schwebt frei in der Axe der Spirale. Der el. Strom trennt auch die noch verbundenen el. Flüssigkeiten; taucht man einen Draht von weichem Eisen in Feilspäne und läßt den galvanischen Strom durchgehen, so bleibt der Feilstaub am Draht hängen, so lange der Strom währt. Ein Stück weichen hufeisenförmigen Eisens (weniger Stahl) mit dickem, zur Isolirung seidenübersponnenem Kupferdraht umwickelt, wird für die Dauer des durchgehenden Stromes zum kräftigsten Magnet. Magnete solcher Art heißen Elektromagnete und die an ihnen vorkommenden Erscheinungen faßt man als Elektromagnetismus zusammen.

71. Eisen, Nickel, Kobalt, auf welche der Magnetismus in der bekannten Weise wirkt, heißt man magnetische Metalle; auf alle anderen Körper wirkt er, was man durch Faraday erfuhr, auch, nur in anderer Weise. Nämlich magnetische Körper zwischen die Pole eines Elektromagneten gebracht, stellen sich so, daß ihre Längsaxe parallel wird der Verbindungslinie jener Pole; alle anderen Körper (also auch Zucker, Stärke, Holz, Brod, Blut, Fleisch), von F. diamagnetische genannt, stellen sich hiezu rechtwinklig. Flüssigkeiten theilt ein sehr starker elektromagnetischer Strom ein besonderes Verhalten gegen polarisirte Lichtstrahlen mit. Wenn aber die E. auf die Magnete wirkt, so wirkt der Magnetismus, namentlich der Erdmagnetismus, auch auf die el. Ströme, und solche wirken auch gegenseitig auf einander, ziehen sich nach Umständen an oder stoßen sich ab. Man hat ge-

Digitized by Google

lernt, bewegliche Magnete um einen festen Strom und bewegliche Ströme um feste Kreise rotiren zu lassen (Rotationsmagnetismus).

§. 72. Man kann mit starken Elektromagneten ein Räderwerk verbinden und so den Strom als bewegende Kraft benützen; doch sind die bisher erlangten Ergebnisse von keiner praktischen Bedeutung; anders ist es mit der elektrischen Telegraphie, die in den letzten Jahren so umfassende Anwendung gefunden hat. Man denke sich einen galvanischen Apparat an einem Orte aufgestellt; die von den beiden Polen ausgehenden Drähte führen zu einem andern, viele Meilen weit entfernten Ort und sind dort um ein Uförmiges weiches Eisen gewunden. Indem man nun die am galvanischen Apparat befindlichen Drahtenden abwechselnd schließt und öffnet, muß das entfernte Eisen abwechselnd magnetisirt und demagnetisirt werden, wird also einen Anker abwechselnd anziehen und loslassen. Ein Zahnrad überträgt das Hin- und Herrücken des Ankers auf einen Zeiger an einer Scheibe, mit den Buchstaben des Alphabets an ihrem Rande. Bei der ersten Schließung der Kette springt der Zeiger auf a, bei der darauf folgenden Oeffnung auf b, bei der nächsten Schließung auf c ꝛc.; so bringt man durch Schließen und Oeffnen der Kette den Zeiger auf gewünschte Buchstaben und telegraphirt Worte und Sätze. Da der galvanische Strom sich schneller als das Licht fortpflanzt, so verfließen auch auf sehr große irdische Entfernungen nur Bruchtheile von Secunden; die Mittheilung geschieht, so zu sagen, augenblicklich*). Die telegraphischen Apparate erfahren übrigens fortwährende Aenderungen und Verbesserungen, und sind bereits so weit gediehen, daß sogar der Inhalt beschriebener Papierrollen, die auf einer Station abgegeben werden, auf einer ähnlichen Papierrolle einer entfernten Station vollkommen genau copirt erscheinen.

73. Gleichfalls eine Entdeckung Faraday's ist die sogen. Induction. Ein elektrischer Strom kann nämlich im Augenblick, wo er beginnt oder aufhört, oder auch nur durch Annäherung und Entfernung in einem nahe liegenden Leiter (durch Vertheilung von dessen ruhender E.) el. Ströme hervorrufen. Wickelt man auf metallene oder hölzerne Spulen zwei seidenübersponnene Kupferdrähte neben einander auf, ohne leitende Verbindung zwischen ihnen, und schließt dann mit dem einen Draht eine galvanische Kette, indem man seine beiden Enden mit den Polen der Kette verbindet, so kreist der Strom in diesem

---

*) Ein Londoner Abendblatt bringt täglich durch Vermittlung der Telegraphencompagnie alle gleichzeitig in Großbrittanien und Irland gemachten meteorologischen Beobachtungen; in Amerika meldet man aus dem Innern nach den Seehäfen das Nahen eines Sturmes, und die Schiffe haben hinreichend Zeit, sich auf denselben vorzubereiten; seit einem Jahre construirt man elektrische Drucktelegraphen, um aufgegebene Briefe für die entferntesten Stationen wortgetreu zu copiren. — Nach den neuesten — der Bestätigung bedürfenden — amerikanischen Versuchen wäre die Schnelligkeit des galvanischen Stromes, früher zu 60,000 deutschen Meilen in der Secunde angenommen, viel kleiner; die geringsten Angaben gehen bis auf 3000 M. herab.

Digitized by Google

Drahte, ohne auf den andern übergehen zu können. Durch die vertheilende Wirkung des Stromes wird aber in diesem andern Drahte, wenn dessen beide Enden in leitender Verbindung stehen, ein eigener, jedoch nur einen Augenblick dauernder el. Strom hervorgerufen, welcher sich aber in entgegengesetzter Richtung bewegt. Unterbricht man den primären Strom im ersten Drahte, so entsteht wieder ein momentaner im zweiten, aber nun in der gleichen Richtung wie der verschwundene primäre Strom. Ganz dasselbe Ergebniß erhält man, wenn man einen von einem Strome durchlaufenen Leitungsdraht einem andern Drahte nähert oder von ihm entfernt. Ströme, auf diese Weise erregt (inducirt) geben intensivere Funken und Schläge, als die gewöhnlichen, primären. Mittelst verschiedener sinnreicher Vorrichtungen vermag man die inducirten Ströme durch rasches Oeffnen und Schließen der Kette in schneller Folge erscheinen und verschwinden zu lassen, so daß eine Person, welche etwa die metallenen Griffe des secundären Drahtes in die befeuchteten Hände nimmt, eine Reihe intensiver Schläge empfindet.

74. Auch Magnete vermögen el. Ströme zu induciren. Steckt man einen Magnet in die Höhlung einer Spule, welche mit seidenumsponnenem Metalldraht umwickelt ist, so entsteht ein einen Augenblick dauernder Strom, ein gleicher beim Herausziehen des Magnets. Auch bildet sich ein inducirter Strom denselben Augenblick in einem Drahte, in welchem ein mit ihm in Verbindung stehendes Eisen magnetisch gemacht oder demagnetisirt wird. Hält man einen Stab von weichem Eisen, mit Draht spiralig umwickelt, in die Richtung der Inclinationsnadel und dreht ihn dann plötzlich um, so daß sein Nord- zum Südpol und umgekehrt wird, so erregt der Erdmagnetismus einen Strom im Drahte. Läßt man ein weiches Eisen mit zwei drahtumwickelten Spulen rasch um die Pole eines starken Magnets drehen, so werden die Drähte beständig von in ihrer Richtung wechselnden Strömen durchlaufen. Man nennt einen solchen Apparat elektrische Rotationsmaschine; eine mit ihr in Verbindung gesetzte Person erhält eine mit der Schnelligkeit der Drehung im Verhältniß stehende Reihe von Schlägen; man wendet solche Maschinen in neuester Zeit manchmal bei gewissen Nervenleiden an.

75. Löthet man zwei Metallstäbe zu einer geschlossenen Kette zusammen und setzt die beiden Löthstellen verschiedener Temperatur aus, so bildet sich ein el. Strom. In der thermo-elektrischen Säule von Nobili, construirt aus einem System unter einander verbundener Nadeln aus Wismuth und Antimon, reichen schon sehr geringe Temperaturen zur Erzeugung el. Ströme hin. Durch die aus diesen folgende Ablenkung der Magnetnadel erkennt man umgekehrt sehr niedere Wärmegrade, z. B. die so geringe Wärme des Mondlichts, Nobili die Annäherung eines Menschen auf 25 Schritt durch dessen Wärmeausstrahlung. So regt also auch die Wärme E. an.

76. El. Ströme sehr schwacher Art sind endlich wohl in jedem organischen Körper vorhanden; lassen sich doch ohne solche schon die chemischen Processe in jenen Körpern kaum denken. Einigen Fischen aber hat die Natur einen eigenen elektrischen Apparat gegeben. Bei den im Mittelmeere

Digitized by Google

lebenden Zitterrochen (Torpedo Galvanii, Narke, marmorata etc.) findet sich ein el. Apparat beiderseits am Vorderkörper und besteht auf jeder Seite aus 4—500 vieleckigen oder rundlichen Säulchen, die in der Richtung des Bauches zum Rücken stehen; jede Säule besteht (einer Volta'schen ähnlich) aus zahlreichen über einander liegenden feinen Blättchen und ist von isolirender Membran umgeben. Beim Zitteraal aus Südamerika befindet sich das el. Organ zu beiden Seiten des Schwanzes und die Säulchen liegen horizontal. Starke Nerven verzweigen sich an diese Organe. Beim Zitterrochen geht der positive Strom wegen der Richtung der Säulchen vom Rücken zum Bauch, beim Zitteraal vom Kopf zum Schwanz. Berührt man solche Fische mit der Hand oder mit einem guten Leiter, so erhält man einen el. Schlag, stark genug, um andere Fische, die den el. zur Nahrung dienen, zu tödten oder zu betäuben.

Wärme.

77. Das vierte Dynamid ist die Wärme; sie gibt sich unserm Gefühl kund, bewirkt die Ausdehnung, bedingt den Kohäsionszustand. Daß diese Körper gasig, andere flüssig oder fest sind, beruht auf ihrem Verhältniß zur Wärme; erführe die Erde eine bedeutende Temperaturminderung, so gefröre alles Wasser, würde alles organische Leben unmöglich, während bei starker Erhöhung sich das ganze Ansehen der Körperwelt ändern, das Wasser auf der Oberfläche dampfförmig, viele Metalle tropfbar flüssig werden, die meisten Organismen zu Grunde gehen müßten.

78. Auch die Wärme beruht fast gewiß auf Schwingungen; die sogen. strahlende auf Schwingungen des Aethers, die fühlbare auf solchen der materiellen Körpertheilchen; je stärker die Schwingungen, desto größer die Wärme und damit die Ausdehnung der Körper; gehen feste Körper in flüssigen und gasigen Zustand über, so vermehrt sich die Zahl der Schwingungen.

79. Die wichtigste Wärmequelle ist die Sonne; auch aus dem Erdinnern strömt durch Vulkane, unterirdische Feuer, Dämpfe noch ein bedeutendes Wärmequantum; viele Wärme wird durch Verbrennung, d. h. durch rasche Verbindung der Körper mit Sauerstoff, entwickelt; der thierische Körper erzeugt, indem der von der Nahrung stammende Kohlenstoff in den Athmungsorganen unter Zutritt des Sauerstoffs verbrannt und Kohlensäure gebildet wird, eine bestimmte Wärme (beim Menschen ist sie 37° C). Auch durch Reibung und Druck wird Wärme entwickelt.

80. Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt, ihr Volumen vergrößert; glühende Kanonenkugeln gehen nicht mehr durch den Ring, durch welchen die kalten fielen. Thermometer sind Instrumente, an welchen wir die Volumsvermehrung des Queckſilbers oder Weingeists und den Grad ihrer Erwärmung wahrnehmen; man bestimmt bei den Thermometern von Réaumür und Celsius als Endpunkte gewöhnlich die Ausdehnung, welche die in ihnen enthaltene Flüssigkeit beim Siede- und Gefrierpunkt des Wassers einnimmt und theilt den zwischen diesen Endpunkten begriffenen Raum bei ersterem in 80, bei letzterem in 100°. An Thermometern von Fahrenheit ist der

Digitized by Google

Gefrierpunkt mit 32° bezeichnet, der Raum zwischen ihm und dem Siedpunkt in 180° getheilt, so daß die Scala 212° umfaßt. Thermometer von viel größerer Feinheit und anderem Bau haben Rumford, Melloni, Leslie angegeben.

81. Die Ausdehnung, welche die Körper durch die Wärme erfahren, ist sehr ungleich; durch sinnreiche Versuche fand man, daß von 0°—100° C. z. B. Zink sich um $^1/_{340}$, Kupfer $^1/_{584}$, Eisen $^1/_{819}$, Glas $^1/_{1147}$, Queckſilber $^1/_{55}$, Waſſer $^1/_{22}$, Oel $^1/_{10}$ ſeines Volums ausdehnt. Am ſtärkſten dehnen ſich die Gaſe aus, nämlich um $^1/_3$, wodurch augenfällige Erſcheinungen bewirkt werden; öffnet man im Winter die Thüre eines erwärmten Zimmers, ſo ſtrömt die warme Luft oben hinaus, die kalte unten herein; im Zimmer ſelbſt ſammelt ſich die wärmere, ausgedehntere, daher leichtere Luft an der Decke und ſtrömt zu allen Ritzen hinaus; die kältere, ſchwere, dichtere nimmt die untere Region ein und vermehrt ſich durch Zuſtrömen von unten. In einem Schornſtein ſtrömt die warme Luft oben aus, von unten her ſtets kalte zu, wodurch ein das Feuer unterhaltender Luftzug entſteht. Dieſer iſt bei Feuersbrünſten oft ſehr ſtark; durch das Verbrennen der Urwälder entſtehen manchmal Wirbelwinde von der Gewalt furchtbarer Orkane. — Bei der Ausdehnung durch Wärme, wie bei der Zuſammenziehung im Erkalten äußern die Körper ungemeine Kraft.

82. Jeder Körper hat eine beſtimmte *Wärmecapacität*, d. h. für jeden iſt eine beſtimmte Wärmemenge nöthig, um ſeine Temperatur um eine beſtimmte Größe, z. B. um 1 Grad, zu erhöhen. Wahrſcheinlich ſind *alle* feſten Körper *ſchmelzbar* und gehen, indem ſie ſich mit Wärme verbinden, hiebei in den flüſſigen Zuſtand über. Alle Körper haben ihren beſtimmten Grad des Schmelzens; Queckſilber bleibt noch flüſſig bei 39, Terpentinöl bei 10° *unter* dem Gefrierpunkt des Waſſers; Seife ſchmilzt bei 30° *über* dem Gefrierpunkt des Waſſers, weißes Wachs bei 68°, Schwefel bei 109, Zinn bei 230, Blei bei 334, Silber bei 1000, Gold bei 1250, die verſchiedenen Eiſenarten bei 1050—1600°. Bis die zu ihrer Schmelzung nöthige Hitze eintritt, bleiben die Körper feſt; während dem Schmelzen bleibt ihre Temperatur gleich, wie viel Wärme ſich auch mit ihnen verbindet; dieſe *Wärme* wird *latent*, wirkt weder auf das Gefühl, noch auf das Thermometer. So auch, wenn Eis oder Schnee ſchmilzt; 1 Pfund Waſſer von 79° mit 1 Pfund Schnee von 0° vermiſcht, gibt 2 Pfund Waſſer von 0°; die ganze Wärmemenge des heißen Waſſers war nothwendig, um den Schnee flüſſig zu machen, und iſt hiebei *gebunden*, latent geworden. Schnee oder gepulvertes Eis mit Salz gemengt, gibt eine *flüſſige* Salzlöſung, wobei die Temperatur ſehr ſtark ſinkt, weil zur Flüſſigmachung viel Wärme verbraucht wurde; man kann durch dergl. „Kältemiſchungen“ andere Körper zum Gefrieren bringen. Wenn im Frühling Schnee und Eis ſchmelzen, ſo dauert es bei hellem Sonnenſchein einige Zeit, bis fühlbare Luftwärme eintritt, wegen der Bindung von viel Wärme in dem entſtehenden Waſſer.

83. Gehen *flüſſige* Körper in den *feſten* Zuſtand über, ſo findet dieſes für jeden Körper nur bei einer beſtimmten Temperatur ſtatt, nämlich bei der gleichen, wo er zu ſchmelzen *beginnt*; alle Wärme, welche beim Schmelzen

Digitized by Google

gebunden wurde, wird beim Festwerden frei. Das Rauchen in Eis übergehender Wassermassen beruht auf entweichender Wärme. Wasser, nur einem schwachen Luft- oder Dampfdrucke ausgesetzt, kann manchmal mehrere Grade unter den Gefrierpunkt erkalten, bis Eisbildung eintritt. Auch bei der Bildung der Hydrate (fester Verbindungen des Wassers mit andern Substanzen) wird Wärme frei, daher die Erhitzung, wenn Wasser auf gebrannten Kalk gegossen wird.

84. Verdunstung findet statt, wenn Flüssigkeiten unter dem Einfluß der Wärme in Dampfform übergehen und in dieser entweichen; Dampf ist Flüssigkeit in Gasform. Der Wasserdampf, dessen Menge in der Luft durch die sogen. Hygrometer beobachtet wird (das von Saussüre angegebene ist aus einem Haar gemacht, welches sich in feuchter Luft verlängert, in trockener verkürzt), ist nicht etwa in der Luft aufgelöst, sondern schwebt selbstständig in ihr; daher erfolgt Dampfbildung auch im luftleeren Raume und man bemerkt hiebei, daß die Dämpfe eine bestimmte Spannkraft haben, deßhalb bestimmten Druck ausüben. Wasser, in eine Barometerröhre eingebracht, sammelt sich z. Th. über dem Quecksilber, z. Th. erfüllt es in Dampfform den leeren Raum der Röhre (die Torricelli'sche Leere) und drückt hiebei das Quecksilber herab. Dämpfe wie Gase streben sich in's Unendliche auszudehnen; ein klein wenig Wasser kann in Dampfform einen sehr großen Raum erfüllen. Drückt man Luft und andere Gase zusammen, so wächst ihre Elastizität, ihr Widerstand fortwährend mit dem Druck, Dämpfe aber kann man nur bis zu einem gewissen Grad, dem Maximum der Spannkraft zusammendrücken; über diesen hinaus werden sie wieder tropfbar flüssig. Wärme erhöht die Spannkraft der Dämpfe, daher die ungeheure Gewalt, welche z. B. die Dämpfe des kochenden Wassers ausüben. Während nämlich in der Barometerröhre der Druck des Wasserdampfes bei 0^0 nur 5 Millimeter beträgt (einer Quecksilbersäule von 5 M. gleich ist) steigt er bei 20^0 auf 17 M., bei 40 auf 53, bei 80^0 auf 352 M.; bei 100^0 ist der Druck des Wasserdampfes gleich einer Atmosphäre, d. h. er hält dem Druck des Luftkreises das Gleichgewicht, bei 200^0 beträgt die Spannung schon 15 Atmosphären.

85. Diese erstaunliche Spannkraft des Wasserdampfes (1 Liter Wasser gibt 1700 Liter Dampf von 100^0, welche einen Druck ausüben, der 170,000 Kilogramm 1 Decimeter hoch hebt) hat man in neuerer Zeit als mächtigste bewegende Kraft verwendet; die Dampfmaschine ist in Wahrheit ein Triumph der Mechanik und Physik; durch sie ist die menschliche Productionskraft unermeßlich gesteigert, der Verkehr kräftig gefördert, sonst unüberwindliche Hindernisse besiegt worden. Das Wesentliche an jeder Dampfmaschine ist die Uebertragung der durch die Spannkraft des aus dem kochenden Wasser entwickelten Dampfes gewonnenen Kraft auf einen zu deren Verwendung bestimmten Mechanismus. Durch den in den Cylinder einströmenden Dampf wird in jenem ein Kolben abwechselnd gehoben und gesenkt, der einen Wagebalken (Balancier) auf- und abbewegt, mit dessen einem Ende er verbunden ist, während das andere Ende des Wagebalkens mit einer Kurbelvorrichtung zusammen-

Digitized by Google

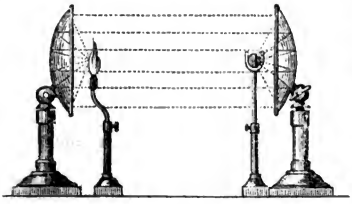
hängt, welche ein Schwungrad umdreht, auf das mithin die Bewegung in gleichförmiger Weise übertragen wird. Mancherlei Apparate sinnreicher Art, von der Maschine selbst bewegt, reguliren das Ab- und Zuströmen der Dämpfe nun in den oberen, nun in den unteren Theil des Cylinders, ihre Verdichtung, die Entfernung der mit den Dämpfen einströmenden Luft durch ein Pumpwerk, das Quantum des Dampfes im Verhältniß zu dem von der Maschine zu überwindenden Widerstand und verbürgen die Gleichmäßigkeit und Sicherheit des Ganges, beugen durch Klappen, deren Oeffnung und Schließung von selbst, je nach dem Grade des Dampfdruckes, geschieht, und bei denen man die Centrifugalkraft eines Pendels benützt, die mit der Geschwindigkeit des Ganges der Maschine steigt und fällt, der Gefahr vor, welche durch zu große Beschleunigung erwachsen würde. Dampfmaschinen bewegen Schiffe, Eisenbahnwägen und Fabrikwerke, fördern unterirdische Schätze zu Tage, heben Wasser und andere Lasten, reinigen die Häfen von Schlamm ꝛc.

86. Bei der Verdunstung geht die Dampfbildung blos an der Oberfläche vor sich, wie z. B. auf dem Meere, Seen und Flüssen, wo dann die Dämpfe nur geringe Spannkraft haben; bei der Verdampfung mittelst Kochen bilden sich durch die ganze Flüssigkeit Dämpfe, welche in Blasen aufsteigen, die durch die Spannkraft des Dampfes den Druck der umgebenden Flüssigkeit aushalten. Mit der Aenderung des auf eine Flüssigkeit wirkenden Druckes ändert sich auch ihr Siedepunkt; je mehr Wärme in einer gegebenen Zeit der Flüssigkeit zugeführt wird, desto schneller kocht sie. Im Niveau des Meeres kocht das Wasser bei 100° C, in 15,000′ Höhe schon bei 80°. Auf sehr hohen Bergen kann man also zwar das Wasser, aber manche Speisen nicht kochen, für welche 80° zu wenig sind. Verstärkter Druck auf die Flüssigkeit verzögert deren Kochen, ja kann es ganz hindern, wie z. B. im Papinianischen Topf, einem dickwandigen fest verschlossenen Metallkessel, in welchem der nicht entweichen könnende Dampf so stark auf das Wasser drückt, daß er das Kochen verhindert; das über 100° erhitzte Wasser in demselben vermag aber dadurch Substanzen aufzulösen, die sonst für unauflöslich galten, z. B. Knorpel und Knochen. Eine verdampfende Flüssigkeit absorbirt Wärme, die für Gefühl und Thermometer latent wird. Siedet eine Flüssigkeit, so bleibt deren Temperatur unverändert und das stärkste Feuer beschleunigt nur die Dampfbildung, ohne die Temperatur zu erhöhen. Gießt man Aether oder Weingeist auf den Boden, so entsteht Kühlung, indem Wärme durch die entstehenden Dämpfe gebunden wird; verdunstendes Chloroform erzeugt auf der Haut das Gefühl von Kälte. Ein obschon nicht kalter Luftzug bei heißer Witterung kühlt, weil er eine lebhafte Verdunstung auf der Haut unterhält; kann wegen mit Wasserdampf gesättigter Luft keine Verdunstung stattfinden, so fühlt man drückende Schwüle. Wasser mit Schwefelsäure unter die entleerte Luftpumpe gebracht, gefriert, weil die Schwefelsäure den Wasserdampf an sich nimmt und eine so rasche Verdunstung unterhält, daß alle Wärme des Wassers zu dessen Bildung verwendet werden muß. — Destillation nennt man die Verwand-

Digitized by Google

lung durch Hitze erhaltener Dämpfe in tropfbare Flüssigkeit; sie gelangen hiebei in ein von kaltem Wasser umgebenes Rohr, in welchem sie sich verdichten.

87. Heiße Körper *strahlen* nach allen Seiten Wärme *aus*, welche gleich den Lichtstrahlen durch die Luft gehen; man kann mittelst Hohlspiegel die Wärmestrahlen im Brennpunkt dieser Spiegel befindlicher erhitzter Körper concentriren und damit entfernte Gegenstände entzünden oder erhitzen, wie beistehende Fig.



versinnlicht, wo durch die Wärmestrahlen einer glühenden Kugel ein gegenüber befindlicher Körper zur Flamme entzündet wird. Die Körper haben übrigens ein sehr verschiedenes Wärmestrahlungs-Vermögen, minder dichte mehr als dichtere. Alle Körper absorbiren ferner (nehmen in sich) die an sie gelangenden Wärmestrahlen mehr oder weniger und erhöhen dadurch ihre Temperatur; die meisten Körper werfen auch einen Theil der sie treffenden Wärmestrahlen nach gleichem Gesetz wie Lichtstrahlen zurück; wie diese werden auch die Wärmestrahlen an der Oberfläche der Körper zerstreut. Viele feste, flüssige und gasige Körper lassen Wärmestrahlen in gleicher Art durch, wie durchsichtige Körper Lichtstrahlen; solche Körper nannte *Melloni diatherman*, die, welche die Wärmestrahlen aufhalten (so wie dunkle Körper das Licht) *atherman*.

88. Geht Wärme nicht durch Strahlung, sondern durch *Berührung* von einem Körper auf den andern über, so findet die Verbreitung durch dessen Masse leicht oder schwer statt; ersteres in guten Wärmeleitern, wie den Metallen, letzteres in schlechten, wie in Holz, Wolle, Seide, Gasen. Daher umgibt man Gegenstände, bei welchen man die Entweichung der Wärme verhindern will, mit schlechten Wärmeleitern, z. B. den Körper mit Kleidung. In den Flüssigkeiten geschieht die Wärmeverbreitung in Strömungen wegen des fortwährenden Aufsteigens der wärmeren, daher leichteren Theilchen.

Digitized by Google

Zweites Hauptstück.

Mischungslehre, Stöchiologie. (Chemie.)

Allgemeine Verhältnisse. — Elemente, Trennung, Verbindung.

89. In der Kinesiologie wurden die materiellen Körper betrachtet, in so ferne sie ohne Rücksicht auf ihre specielle Natur Bewegungen zeigen, erregen und durch solche auf einander wirken; in der Stöchiologie kommt die verschiedene Artung, die Specification der Materie in Betracht, durch welche ein eigenes System von Anziehung, Abstoßung und Wechselwirkung begründet wird, welches man stöchiologischen oder chemischen Proceß nennt, der die bedeutendsten Umwandlungen und Veränderungen der Körper bewirkt.

90. Körper, welche man durch kein chemisches Verfahren zerlegen kann, nennt man einfache, Grundstoffe, Elemente; Wärme, Licht, Elektricität, Magnetismus ändern ihr Ansehen und ihre Beschaffenheit nicht wesentlich. Körper von verschiedenartiger Substanz, in einzelne für sich erscheinende Bestandtheile zerlegbar, heißen zusammengesetzte. Reines Gold z. B. ist ein einfacher, ein Stück Quarz, gewöhnlicher Kalkstein, noch mehr eine organisirte Substanz, sind zusammengesetzte Körper.

91. Um die mannigfachen Erscheinungen zu erklären, welche bei Vereinigung einfacher Stoffe zu zusammengesetzten und bei Trennung dieser in einfache vorkommen, nimmt man an, daß alle Materie aus kleinsten, sinnlich nicht mehr wahrnehmbaren Theilchen — Atome genannt, weil sie sich nicht mehr weiter trennen lassen, — bestehe; einfache Stoffe werden von gleichen, zusammengesetzte von verschieden gearteten Atomen gebildet. Die Atome haben mehr oder minder Verwandtschaft zu einander, ziehen sich daher mit sehr verschiedener Stärke an. Wenn verschiedenartige Atome sich zu einem Körper vereinigen, so hat dieser oft gar nichts mehr von den sinnlichen Eigenschaften an sich, welche Körper zeigen würden, die von einer von diesen Atomenarten gebildet wären. Die Verbindung der Metalle mit Sauerstoff z. B. ändert Farbe, Glanz, Schwere, Härte und läßt ganz andere Körper entstehen; Schwefel und Quecksilber vereinigt, stellen den Zinnober, Schwefel und Kohle den Schwefelkohlenstoff, einen flüssigen, wasserhellen, sehr flüchtigen Körper dar.

92. Um zusammengesetzte Körper zu trennen, müssen sie mit anderen in Berührung gebracht werden, oder es muß Wärme, Elektricität auf sie wirken;

Digitized by Google

nur bei sehr wenigen reicht schon mechanischer Einfluß zu, wie z. B. beim Knallsilber, wo Zersetzung schon durch Schlag oder Druck erfolgt. Je inniger sich die Stoffe anziehen, desto fester wird ihre Verbindung, desto schwerer die Zersetzung eines aus ihnen gebildeten Körpers.

93. Folgende Tabelle enthält die Elemente oder einfachen Materien, von welchen manche, wie Sauerstoff, Kohlenstoff, Kiesel, Kalk, Eisen, allverbreitet und in großen Massen auf und in der Erde oder in der Luft vorkommen, während andere, wie Tellur, Titan, Vanadium, Cadmium, Lanthanum, nur in einzelnen Punkten und in geringer Menge auftreten. Die lateinischen Buchstaben sind die gebräuchliche abgekürzte Bezeichnung, die darauffolgende Zahl gibt das Atomengewicht oder Aequivalent an; bei einigen bekannteren ist auch noch das specifische Gewicht angegeben.

I. Nichtmetalle.

Erste Gruppe. Gasförmige.

	spec. Gew.
Sauerstoff, O, 100	0,1026
Wasserstoff, H, 6	0,0688
Kohlenstoff, C, 75	1,57 bis 3,5
Stickstoff, N, 88,	0,976

Zweite Gruppe. Halogene oder Salzbilder.

Fluor, Fl, 118	1,28
Chlor, Cl, 221	2,44
Brom, Br, 500	2,966
Jod, J, 793	4,97
Schwefel, S, 201	1,9
Selen, Se, 495	—
Tellur, Te, 802	—

II. Metalloide.

Erste Gruppe. Halbhalogene.

Phosphor, P, 196	1,75
Arsen, As, 468	5,7
Antimon (Stibium) Sb, 806	6,8

Zweite Gruppe. Eigentliche Metalloide.

Bor, B, 136	—
Silicium (Kiesel), Si, 277	—
Titan, Ti, 302	—
Tantal, Ta, 1154 (?)	—

III. Metalle.

Erste Gruppe. Schwere Metalle.

Wolfram (Scheel) W, 1151	—
Molybdän, Mo, 575	—
Vanadium, V, 857	—
Uran, U, 743	—
Zinn, St, 735	7,3
Kupfer, Cu, 395	8,9
Quecksilber, Hg, 1251	13,5
Silber, Ag, 1350	10
Gold, Au, 1229	19,5
Platin, Pt, 1232	21
Iridium, Jr, 1232	—
Rhodium, R, 652	—
Osmium, Os, 1243	—
Palladium, Pa, 665	—
Wismuth, Bi, 1300	9,8
Blei, Pb, 1295	11,5
Cadmium, Cd, 697	—
Zink, Z, 407,	6,8
Nickel, Ni, 369	8,8
Kobalt, Co, 369	8,7
Eisen, Fe, 350	7
Chrom, Cr, 335	5,9
Mangan, Mn, 345	8

Zweite Gruppe. Leichte Metalle.

Aluminium (Alumium), Al, 171	—
Zirkonium, Zr, 420	—
Beryllium (Glycium), G, 87	—
Cerium, Ce, 591	—
Lanthan, La, 588	—
Yttrium, Y, 403 (?)	—
Thorium, Th, 744	—
Magnesium (Magnium), Mg, 155	—
Calcium, Ca, 252	—

Digitized by Google

	Spec. Gew.
Strontium, Sr, 546	—
Barium, Ba, 857	—
Lithium, Li, 82	—
Natrium, Na, 290	0,972
Kalium (Potassium), Ka, 489 .	0,8

Noch sehr wenig bekannt sind:

Didym, D, 620.
Erbium, E, Atomgewicht unbekannt.
Niobium, Nb, "
Norium, No, unbekannt.
Pelopium, Pe, "
Ruthenium, Ru, 652.
Terbium, Tb, unbekannt.

Zweifelhafte, in neuester Zeit aufgestellte Elemente sind:

Ilmium.
Donarium.
Aridium.

94. Aus diesen Elementen und deren unendlich verschiedenen Verbindungen besteht nun die ganze materielle Natur. Die Welt der Atome ist in beständiger Veränderung begriffen, in unaufhörlicher Trennung und Verbindung, Neubildung und Auflösung; von der unendlichen Fülle der Atome geht keines verloren; manche, welche die Mineralien im tiefen Grunde der Erde bilden, ruhen seit undenklicher Zeit unbewegt; die an der Peripherie der Weltkörper sind in fortwährender Bewegung, in nie ruhender Gesellung und Scheidung begriffen. — Damit sich zusammengesetzte Körper bilden, muß ihre verwandtschaftliche Anziehung möglich gemacht, der frühere Zusammenhang aufgehoben werden; am leichtesten geschieht die Verbindung zwischen flüssigen und gasförmigen Körpern; daher der alte Spruch: corpora non agunt, nisi fluida, nur flüssige Körper wirken chemisch auf einander, was aber zu viel gesagt ist, indem es in den meisten Fällen genügt, wenn auch nur der eine der Körper tropfbar oder elastisch flüssig ist; nur in einigen seltenen Fällen entsteht zwischen festen Körpern eine, freilich nur höchst unvollständige, Vereinigung.

95. Die einfachste Art der Verbindung zu einem zusammengesetzten Körper ist diese, wenn nur zwei verschiedene Substanzen und von jeder die gleiche Zahl der Atome zusammentreten. Es können aber drei, vier, fünf und noch mehr verschiedene Substanzen zusammentreten und zwar nicht nur jede mit der gleichen Summe der Atome, sondern mit sehr verschiedenen Summen. Verbindet sich z. B. 1 Atom Schwefelsäure mit 1 Atom Sauerstoff, so entsteht unterschweflige Säure (SO); 1 Atom S mit 2 Atomen O gibt schweflige Säure (SO_2), 1 Atom S mit 3 At. O Schwefelsäure (SO_3). Treten zusammengesetzte Verbindungen zusammen, so entstehen Verbindungen zweiter Ordnung; diese geben bei ihrer Vereinigung Verbindungen dritter Ordnung. Das schwefelsaure Kali ist eine Verbindung zweiter, der Alaun eine Verbindung dritter Ordnung.

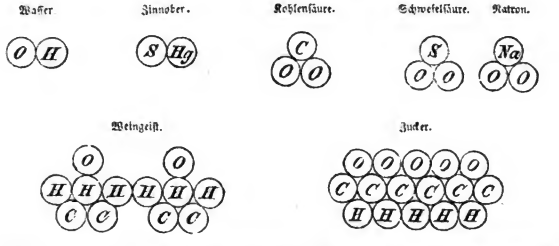
96. Die Verbindungen der Elemente unter einander erfolgen aber nicht unter allen möglichen, sondern meist nur unter bestimmten Verhältnissen der Atome, die man chemische Aequivalente, Mischungs- oder Atomengewichte nennt, und nach und nach als feste Urbestimmungen der Stoffe durch zahllose Versuche entdeckt hat *). Atomengewichte heißen sie, weil

*) Bloß einige, wenig Anziehung auf einander übende Stoffe mischen sich nach jedem Verhältniß, z. B. Wasser und Weingeist, oder zeigen nur nach der einen Seite

Digitized by Google

man sich vorstellt, daß die Atome der verschiedenen Substanzen verschiedenes Gewicht haben; Mischungsgewichte oder chemische Aequivalente, weil sie nach diesen Verhältnissen sich gegenseitig vertreten, ersetzen können. Wasser z. B. besteht aus 1 Atom O, welches 100 Gewichtstheile hat und 1 Atom H von 12; beide zusammen stellen Wasser dar, dessen Atomengewicht 112 ist. 112 Pfund Wasser geben bei der Trennung in ihre Bestandtheile immer 100 Pfd. O und 12 Pfd. H. Schwefelsäure hat ein Atomengewicht von 501, besteht nämlich aus 1 Theilchen S = 201, und 3 Theilchen O, je zu 100 Gewicht.

97. Schon alt ist die Unterscheidung in Säuren, Basen und neutrale Körper. Alle etwas stärkeren Säuren haben sauren Geschmack und färben blaue Pflanzensäfte roth; stärkere Basen haben alkoholischen oder laugenartigen Geschmack, stellen den durch Säure gerötheten Pflanzenstoffen ihre blaue Farbe wieder her und färben blaue Pflanzenstoffe grün. Basen und Säuren mit einander verbunden, stellen die sogen. neutralen Körper dar, welche keine der Eigenschaften von Säuren und Basen zeigen; solche sind z. B. die Salze und die sogen. indifferenten Stoffe, Eiweiß, Zucker, Stärke, Harze ꝛc. Verbindungen einfacherer Art herrschen hauptsächlich in der sogen. unorganischen Natur, zusammengesetztere in der organischen; darauf gründet sich die Eintheilung in unorganische und organische Chemie. Alle Elemente gehen unorganische Verbindungen ein, aber nur wenige, besonders O, C, N, H, auch organische. Folgende Figuren stellen schematisch einige unorganische und organische Verbindungen dar; jeder Kreis bedeutet ein Atom.



Hienach besteht also ein Theilchen Wasser (HO) aus 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Wasserstoff; ein Theilchen Zinnober (HgS) aus 1 Atom Schwefel und 1 Atom Quecksilber; Kohlensäure (CO_2) aus 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Sauerstoff; die organischen Verbindungen Weingeist und Zucker sind hingegen viel zusammengesetzter, indem ersterer ($C_4H_6O_2$) aus 4 Atomen Kohlenstoff, 6 At. Wasserstoff, 2 Atomen Sauerstoff, letzterer ($C_6H_5O_5$) aus 6 Atomen Kohlenstoff, 5 At. Wasserstoff, 5 At. Sauerstoff besteht.

---

einen Sättigungspunkt. So werden 27 Theile Wasser durch 10 Theile Kochsalz gesättigt, lösen nicht mehrere auf, aber zu dieser Lösung kann man dann Wasser mischen, so viel man will.

Digitized by Google

98. Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor sind es, welche die organischen Verbindungen bilden; die Kohle fehlt in keiner derselben. Es ist merkwürdig, welchen Reichthum, welche Verschiedenheit organischer Verbindungen die Natur aus den genannten sechs Stoffen zu erzeugen vermag. Da in den Organismen eine Fülle der verschiedensten Kräfte und Bedingungen zusammentrifft, so vermögen sich diese zusammengesetzteren Verbindungen in ihnen zu erzeugen, welche der chemischen Kunst fast unzugänglich sind, und deren Analyse sogar erst in neuer und neuester Zeit möglich geworden ist. Aber nur die Pflanzenkörper vermögen diese Combinationen unmittelbar aus den Elementen darzustellen, die Thiere Organisches nur aus Organischem. Die sechs Stoffe, welche zu organischen Stoffen zusammentreten, können mit Sauerstoff Gase darstellen; daher verbrennen und verflüchtigen sich die organisirten Körper. Nur sehr wenige organische Verbindungen sind bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, wie z. B. das ölbildende Gas, der Holzgeistäther ꝛc.; nicht eine ist unter allen Umständen ein Gas, die meisten sind fest, viele tropfbar flüssig, sehr viele sind krystallisirbar. Das specifische Gewicht der organischen Verbindungen, wenn sie tropfbar flüssig oder fest sind, schwankt zwischen $0_{,62}$ und $2_{,23}$.

99. Weil zu den organischen Verbindungen aber eine solche Menge von Theilchen zusammentreten, so ist auch deren Verband lockerer, so daß solch eine complicirte Verbindung manchmal schon durch mechanische Einwirkung, oder durch Wärme, Licht, chemischen Proceß in einfachere Gruppen zerfällt, Traubenzucker z. B. in Weingeist und Kohlensäure, und daß organische Verbindungen leicht sich in einander verwandeln können. Hiebei bemerkt man wieder, daß in den complicirten Verbindungen eine Gruppe von Theilchen stärker unter einander zusammenhalten als die anderen, welche dann das Radikal der Verbindung heißen. Die Radikale spielen gleichsam die Rolle von Grundstoffen, wie man dieses zuerst beim Cyan bemerkte, das trotz seiner Zusammensetzung aus Kohlen- und Stickstoff sich wie ein Element verhält. Solche Radikale vereinigen sich dann mit Grundstoffen, nämlich mit Metallen und Wasserstoff, mit Sauerstoff, Schwefel und den Salzbildnern. So kann man die organische Chemie die der (zusammengesetzten) Radikale nennen, die unorganische die der (wahren) Elemente (einfachen Radikale). Die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden, dann die noch sauerstoffhaltigen Radikale bezeichnet man mit der Endsilbe —yl; so ist Aethyl das Radikal des Aethers, Benzoyl das der Benzoësäure, Acetyl das der Essigsäure; die aus Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzten endigt man mit —an, so Cyan.

100. Wenn man Salzbildner auf manche organische Verbindungen wirken läßt, so kann merkwürdigerweise letzteren ein Theil oder all ihr Wasserstoff entzogen und etwa durch Chlor, Brom, Jod ersetzt, substituirt werden, ohne daß hiebei wesentliche Aenderung der Eigenschaften einträte; auf dieses Verhältniß gründet sich die sogen. Ersetzungs- oder Substitutionstheorie. — Nach der sogen. Kerntheorie denkt man sich alle organischen Verbindungen aus gewissen Combinationen von Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend oder

Digitized by Google

hervorgegangen, welche durch ihre Mannichfaltigkeit ungemein viele abgeleitete Verbindungen möglich machen, indem der ursprüngliche Wasserstoff durch verschiedene Elemente oder selbst Verbindungen vertreten werden kann. Die als ursprünglich gedachten Kohlenwasserstoffe heißen *Urkerne*, *Stammkerne*; jene Verbindungen, in denen ein Theil oder aller Wasserstoff durch andere Körper sich genau ersetzt findet, abgeleitete *Kerne*.

101. Gewisse chemisch wirksame Oxyde, namentlich Säuren, können sich mit anderen zusammengesetzten Körpern vereinen, ohne daß das Oxyd dadurch gesättigt wird; vielmehr behält es fortwährend seinen Hauptcharakter, reagirt also, wenn es eine Säure ist, sauer und sättigt Basen, ohne daß der neu zugetretene Stoff aus der ersten Verbindung auszutreten genöthigt wäre. Derselbe wird gleichsam als ein Anhängsel betrachtet und dieses Verhältniß mit dem Worte *Paarling* bezeichnet.

102. Unter *Homologen* (Gleichbedeutenden) versteht man solche organische Körper, welche eine analoge Zusammensetzung und korrespondirende Eigenschaften haben, so daß, wenn man die Zusammensetzung, die chemischen Functionen und Verwandlungen eines einzigen Körpers aus einer homologen Gruppe kennt, man die entsprechenden Verhältnisse aller anderen zur selben Gruppe gehörigen voraussehen kann. Solche Homologen sind verschiedene Arten von Kohlenwasserstoffverbindungen, die fetten Säuren, Alkohole, Caffein, Theobromin, Benzoylwasserstoff ꝛc. — Sowohl bei den unorganischen, als (noch häufiger) bei den organischen Verbindungen beobachtet man eine merkwürdige Erscheinung, welche man *Isomerie* nennt. Es können nämlich zwei oder mehrere Verbindungen bei *gleicher Zusammensetzung verschiedene Eigenschaften haben*. Man sieht daraus, daß bloße Quantitätsverhältnisse zur Erklärung verschiedener Qualitäten nicht ausreichen.

103. Wenn ein Körper mit einem andern zusammengebracht wird, von dessen Bestandtheilen die einen oder die anderen eine größere Verwandtschaft zu Bestandtheilen des ersten Körpers haben, als unter sich, so erfolgt eine *Zersetzung* der Körper, d. h. ihre Theilchen treten aus den bisherigen Verbindungen, um neue einzugehen. Aber nicht bloß in Kontakt tretende Körper können einander zersetzen, sondern auch Elektricität und Licht bewirken Zersetzung. Ein elektrischer Strom unter geeigneten Umständen durch eine chemische Flüssigkeit geleitet, zersetzt diese so, daß der eine Bestandtheil der Flüssigkeit an den positiven, der andere an den negativen Pol gelangt. Weil aber gleichnamige Elektricitäten sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen, so nennt man den erstern Bestandtheil den elektro-negativen, den andern den elektro-positiven. Zersetzt sich z. B. Wasser, und sind die Leitungsdrähte aus Kupfer, so wird der Sauerstoff am positiven Pol ausgeschieden, und bildet daselbst mit dem Kupfer Kupferoxyd. Zersetzt man Salze, so gelangt stets die Säure nach dem positiven, die Base nach dem negativen Pol, und befinden sich an diesen Flüssigkeiten, so werden sie in entsprechender Weise durch die beiden Bestandtheile des Salzes verändert. Berzelius hat in seinem System die Stoffe nach ihrem elektrischen

Digitized by Google

Verhalten geordnet; der am meisten negative (—) ist Sauerstoff, der am meisten positive (+) Kalium; die andern reihen sich, wie folgt:

Sauerstoff (—).	Bor.	Silber.	Thorium.
Chlor.	Kohlenstoff.	Queckſilber.	Zirkonium.
Brom.	Antimon.	Kupfer.	Lanthan.
Jod.	Tellur.	Uran.	Yttrium.
Schwefel.	Tantal.	Wismuth.	Beryllium.
Stickſtoff.	Titan.	Zinn.	Aluminium.
Fluor.	Silicium.	Blei.	Magneſium.
Phosphor.	Waſſerſtoff.	Cadmium.	Calcium.
Selen.	Gold.	Zink.	Strontium.
Arſenik.	Platin.	Nickel.	Baryum.
Molybdän.	Rhodium.	Kobalt.	Lithium.
Vanadium.	Palladium.	Eiſen.	Natrium.
Chrom.	Iridium.	Mangan.	Kalium. (+)
Wolfram.	Osmium.	Cerium.	

104. Die Galvanoplaſtik, ſo wie die Vergoldung und Verſilberung auf galvaniſchem Wege, beruht auf Zerſetzung chemiſcher Verbindungen durch einen elektriſchen Strom. Wird ſchwefelſaures Kupferoxyd auf dieſe Weiſe zerſetzt, ſo geht der Sauerſtoff an den poſitiven, das Kupfer an den negativen Pol und lagert ſich auf dieſem in Form eines Ueberzugs ab; beſteht nun dieſer Pol aus einer Münze, einem Bildniß ꝛc., ſo wird der Kupferüberzug die genaueſte Nachbildung deſſelben liefern. Löst man Gold oder Silber auf und zerſetzt die Auflöſung durch einen elektriſchen Strom, ſo daß das edle Metall auf das zu vergoldende unedle als den negativen Pol gelangt, ſo wird letzterer von dem edeln Metall überzogen.

105. Die Daguerreotypie (nach ihrem Entdecker Daguerre ſo benannt, beruht auf der Zerſetzung durch Licht. Man gebraucht zu ihr das für das Licht höchſt empfindliche Jodſilber. Eine polirte Silberplatte wird den Joddämpfen ſo lange ausgeſetzt, bis ſich auf ihr eine dichte Schicht von Jodſilber gebildet hat. Das Licht, welches von den abzubildenden Gegenſtänden kömmt und uns dieſe mit ihrem Detail ſichtbar macht, hat nun das Jodſilber zu zerſetzen. Um dieſes Licht zu verſtärken, wird es durch eine Sammellinſe aufgefangen und auf die in einem Kaſten verſchloſſene Jodſilberplatte geleitet, auf der ſich ein Bild des Gegenſtandes dadurch erzeugt, daß das Jod vom Silber genau im Verhältniß der Helligkeit der verſchiedenen Punkte des Gegenſtandes abgeſchieden wird, ein in wenig Secunden vollendeter Proceß. Das ſo entſtandene Bild des Gegenſtandes iſt aber unmerklich ſchwach; um es deutlich hervortreten zu laſſen, ſetzt man die Platte Queckſilberdämpfen aus; das Queckſilber ſchlägt ſich in feinſten Kügelchen an den jodfreien Stellen der Silberplatte nieder, welche dann in eine Salzlöſung gelegt wird, um das noch übrige Jodſilber zu entfernen. Nun erſcheint das Bild des Gegenſtandes durch glänzende Queckſilberkügelchen auf dunklerem Silbergrunde dargeſtellt, wird zur Fixirung äußerſt ſchwach galvaniſch vergoldet und durch einen Glasdeckel geſchützt. Dieſe

Digitized by Google

Bilder, zu deren Darstellung man die unfehlbaren Naturkräfte selbst benützt, erlangen bei ruhiger Luft vollkommene Wahrheit.

106. Die Zersetzung der organischen Verbindungen bietet manche besondere Erscheinungen dar. Der Pflanzenkörper besteht aus vegetabilischer Faser, einem grünen, harzartigen, färbenden Stoff (Chlorophyll oder Blattgrün), Stärke, Eiweiß, Gummi, Harzen, Oelen; der Thierkörper aus Faserstoff, leimgebenden Geweben, Eiweiß, Fett, Kalk- und Kieselerde; die eigentlich organischen Substanzen, in welchen die Lebensprocesse ihren Hauptsitz haben, sind stets von Wasser durchdrungen oder sogar in demselben aufgelöst. Die sehr complicirten organischen Verbindungen bestehen nur, so lange das Leben währt, zersetzen sich aber, wie dieses entschwindet, und zerfallen in einfachere Gruppen: Zersetzungsproducte, — ein Vorgang, der durch Luft, Wasser und Wärme beschleunigt wird.

107. Freiwillige Zersetzung nennt man dieses Auseinandergehen in einfachere Gruppen unter Zutritt von Luft und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur; es gibt aber mehrere Unterarten. Gährung heißt der Proceß, wenn der zerfallene Körper Zucker enthielt und Weingeist gebildet wird. Die Gährung wird eingeleitet durch das Eiweiß oder Pflanzenfibrin in den zuckerhaltigen Pflanzensäften; diese stickstoffhaltigen Substanzen nehmen Sauerstoff auf und scheiden sich als bräunlicher Niederschlag aus, Hefe oder Ferment genannt, welche, wie man ziemlich allgemein annimmt, aus mikroskopischen Pilzen, Gährungspilzen von z. Th. erstaunlicher Kleinheit besteht, die sich rasch vermehren und die Zersetzung des Zuckers veranlassen, dessen Atomengruppe in zwei kleinere, die des Weingeistes und der Kohlensäure, zerfällt. Die Gährung geht so lange fort, bis aller Zucker in Weingeist verwandelt ist; nur wenig Hefe zu einer neuen beträchtlichen Menge Zucker gebracht, vermag diese in Gährung zu versetzen. Alle unsere geistigen Getränke beruhen auf der Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten; Wein und Bier werden um so reicher an Weingeist, je süßer die Trauben oder der Malzabsud waren. Verwandelt sich der Weingeist durch den Sauerstoff der Luft in Essigsäure, so heißt dieses Essiggährung. Die Fäulniß organischer Stoffe ist verschieden, je nachdem sie bei niederer Temperatur und unter Zutritt von Wasser stattfindet oder mit Ausschluß von diesem bei etwas höherer Temperatur; bei ersterer entstehen vorzüglich Wasserstoff-, bei letzterer mehr Sauerstoffverbindungen, bei jener außer dem Wasser Kohlen-, Schwefel- und Phosphorwasserstoff, Ammoniak, bei dieser Wasser, Kohlen-, Schwefel-, Phosphor- und Salpetersäure. Thierische Körper geben wegen ihres reichlicheren Schwefel- und Stickstoffgehaltes manche Producte in größerer Fülle als Pflanzenkörper. Dünger und Jauche enthalten die eben genannten Zersetzungsprodukte und sind daher für die Pflanzen so wichtige Nahrungsmittel. Austrocknen, Einmachen in Salz, Zucker, Weingeist, Ausschluß des Sauerstoffs der Luft, Kälte verhindern die Fäulniß.

108. Pflanzenreste bei abgeschlossenem Luftzutritt und Vorhandenseyn von Wasser der freiwilligen Zersetzung unterworfen, verlieren ihren Sauerstoff und Wasserstoff in Form von Kohlensäure, Wasser und Kohlenwasserstoff und werden

Digitized by Google

immer reicher an Kohle; so entstehen Holzerde, Moder, Torf, Braun- und Steinkohlen, in welchen letzteren die Zersetzung den höchsten Grad erreicht hat. Die gewöhnliche Ackererde enthält immer eine große Masse halb zersetzter Pflanzenreste, die man Dammerde oder Humus nennt, und von welcher die dunkle Farbe des Bodens abhängt. Der Torf ist die noch fortwährend vor unseren Augen entstehende jüngste kohlenartige Bildung, erzeugt durch die Ueberreste des Torfmooses, Sphagnum, und anderer Moose, der Woll- und Riedgräser ꝛc. Je älter der Torf, desto schwärzer, dichter, schwerer und besser ist derselbe. Die Bildung der Braunkohle scheint schon ganz vor dem Anfang des Menschengeschlechts stattgefunden zu haben; sie ging aus Holzmassen hervor, welche von Erdschichten bedeckt wurden und unter diesen sich mehr oder minder veränderten, bis zur gänzlichen Verwischung der vegetabilischen Struktur. In sehr alte Zeiten der Erdbildung verliert sich die Entstehung der Steinkohlen, in welchen durch den ungeheuren, Aeonen von Jahren fortdauernden Druck die Holzstruktur sich noch mehr verloren, die Gleichförmigkeit und Dichtigkeit der Substanz (mit letzterer der Reichthum an brennbarem Stoff) noch mehr zugenommen hat. Außer dem Kohlenstoff enthält die Steinkohle stets noch Sauerstoff, Wasserstoff und ein wenig Stickstoff, dann auch, wie die Braunkohle, oft Schwefeleisen. Da unsere Wärmeerzeugung auf Verbrennung, d. h. auf dem Verbinden des Kohlenstoffs, dann des Wasserstoffs mit Sauerstoff beruht, so wird jener Körper der beste Brennstoff seyn, welcher am meisten unoxydirten Kohlen- und Wasserstoff enthält. Die Holzkohle und die noch künstlich vollständig verkohlten und entschwefelten Steinkohlen (Coak, Kook) stehen hier oben an. Braunkohlen und besonders Steinkohlen in unermeßlich weit entfernter Vergangenheit im Schooß der Erde aufgehäuft, machen in der Gegenwart die Existenz eines zahlreichen Menschengeschlechtes, die Ausbreitung seiner Industrie und Schifffahrt möglich, für welche Bedürfnisse die jetzige Holzproduction der Pflanzenwelt bei weitem nicht ausreichen würde. So hat der schaffende Geist, der über Wasser und Erde der Urzeit schwebte, prometheisch für die Erhaltung und Entwicklung des spätgeborensten Geschlechtes gesorgt.

109. Trockene Destillation heißt jene Zersetzung organischer Körper, welche unter Ausschluß der Luft bei gesteigerter Wärme stattfindet. Steinkohlen, Holz und Fleisch der gefallenen Thiere werden ihr fabrikmäßig unterworfen, um gewisse nützliche Producte zu erhalten; mit den eisernen Retorten, in welchen die genannten Substanzen erhitzt werden, sind Destillationsapparate verbunden. Solche Producte sind Theer, Theeröl, Kreosot, das aus der Destillation der thierischen Körper gewonnene Ammoniak mit seinen Verbindungen, Holzessig, Holzgeist. Unter der Oberfläche der Erde und in ihrem Innern fanden natürliche Destillationsprocesse statt, als deren Producte sich Asphalt, Anthracit, Steinöl ergaben.

Nähere Darstellung der Elemente und einiger unorganischen Verbindungen.

110. Betrachten wir nun einige der häufiger vorkommenden, oder für den Menschen wichtigeren Elemente und ihrer Verbindungen, und zwar nach der Folge,

Digitized by Google

wie sie in unserer Tabelle angenommen wurde, also mit den Nichtmetallen beginnend. Vielleicht der merkwürdigste aller Stoffe, allverbreitet und in die Oekonomie der Natur tief eingreifend, ist der Sauerstoff, welcher $^1/_5$ der Atmosphäre und wohl $^1/_3$ der ganzen Mineralwelt ausmacht. Er kommt fast immer mit anderen Stoffen verbunden oder vermengt vor und kann oft schon mittelst der Wärme getrennt werden, wo er dann als geruch- und farbloses Gas erscheint, in welchem angezündete Körper auf das Lebhafteste brennen. Verbrennung ist nichts als Verbindung der Körper mit Sauerstoff, ohne oder mit Licht- und Wärme-Erscheinungen und häufig mit Entstehung ganz neuer Verbindungen. Der Sauerstoff hat nämlich Verwandtschaft zu sehr vielen anderen Stoffen, mit denen er sich in den verschiedensten Verhältnissen verbindet und so ein unendlich complicirtes und lebhaftes chemisches Spiel in der ganzen Natur veranlaßt. Dieses (nicht von auffallenden Licht- und Wärme-Erscheinungen begleitete) Verbinden der Körper mit Sauerstoff heißt Oxydation, Oxydiren, das Verbundene Oxyd. Mit den Nichtmetallen bildet der Sauerstoff saure Oxyde (oft Säuren), mit den Metallen basische. Die grünen Pflanzentheile und gewisse mikroskopische Wesen, welche ich Phytozoidia, Pflanzenthierchen, nenne, sondern im Sonnenlichte Sauerstoff aus.

111. Der Wasserstoff kommt nie frei, sondern meist mit Sauerstoff zu Wasser verbunden vor. Läßt man Wasserdampf durch einen glühenden eisernen Flintenlauf streichen, so verbindet sich der Sauerstoff des Wassers zu Eisenoxyd und der frei gewordene Wasserstoff tritt als farb- und geruchloses Gas aus. Wasserstoffgas mit einer Flamme in Berührung gebracht, entzündet sich und verbrennt unter bedeutender Hitze mit schwacher Flamme; es ist 14mal leichter als die atmosphärische Luft und wird in der Chemie wegen seiner großen Verwandtschaft zum Sauerstoff zur Desoxydation mancher Körper gebraucht, diesen ihr Sauerstoff durch das Wasserstoffgas entzogen. Wasserstoff ist in allen vegetabilischen und animalischen Stoffen enthalten und verbindet sich fast ausschließlich mit den Nichtmetallen. Die wichtigste Verbindung ist aber die mit Sauerstoff zu Wasser, einer ganz neutralen Flüssigkeit, bestehend aus 12 Gewichtstheilen Wasserstoff und 100 Sauerstoff, welche besonders zu Säuren und Basen große Verwandtschaft hat und mit ihnen Verbindungen darstellt, die man Hydrate nennt; mit den Salzen bildet es feste Krystalle, in welchen es als sogen. Krystallwasser gegenwärtig ist. Sehr viele Körper vermag das Wasser flüssig zu machen, aufzulösen; aufgelöste Körper nehmen regelmäßige Form an, wenn das Wasser entfernt wird oder erkaltet, d. h. sie krystallisiren, oder bilden unter anderen Verhältnissen pulverige Niederschläge im Wasser. Wegen seiner auflösenden Kraft ist fast alles Wasser unrein, enthält Theilchen der Körper, mit denen es in Berührung kam; am reinsten in der Natur ist das Regenwasser. Im Körper der organischen Wesen ist fast überall Wasser vorhanden, ohne welches die Lebensprocesse sich nicht vollziehen können.

112. Kohlenstoff ist ein fester, unschmelzbarer, nicht flüssiger Körper ohne Geruch und ohne Geschmack, der in sehr verschiedenen Gestalten erscheinen

Digitized by Google

kann. Er kommt in ungeheurer Menge im kohlensauren Kalk der Erdrinde, in den Stein- und Braunkohlen, in Torf vor, bildet auch, mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbunden, $^1/_{2500}$ der atmosphärischen Luft und stellt in den Pflanzen gleichsam deren Gerippe dar. Wenn man Pflanzenstoffe, namentlich Holz, bei gehemmtem Luftzutritt erhitzt, so werden die beiden anderen Hauptbestandtheile derselben, Wasserstoff und Sauerstoff, zu Wasser verbunden, ausgetrieben, und der Kohlenstoff bleibt als vegetabilische Kohle zurück, welche man zu starker Feuerung, zur Desoxydation der Metalloxyde, zu Schießpulver u. s. w. gebraucht. Die Thierkohle, eine schwarze Masse, welche beim Verkohlen thierischer Stoffe zurückbleibt, ist von der vegetabilischen Kohle bedeutend verschieden und enthält außer Phosphor, Schwefel und Salzen, namentlich viel Stickstoff; die durch Verbrennen der Knochen erhaltene Knochenkohle findet wegen ihrer Eigenschaft, sich mit aufgelösten organischen Farbstoffen zu verbinden und diese aus den Flüssigkeiten zu entfernen, bei der Zuckerreinigung und sonst in Gewerben Anwendung. Graphit oder Reißblei ist ein in Urgebirgen vorkommendes Mineral, aus Kohle, meist mit etwas Eisen, bestehend; aus ihm verfertigt man die Bleistifte. Am reinsten und krystallisirt tritt der Kohlenstoff im Diamant auf, der sich im Schuttland und Geröll der Flüsse Ostindiens, des wärmeren Amerika's und des Urals findet. Glüht man den Diamant unter Luftzutritt, so verbrennt er und verflüchtigt sich, indem er sich mit Sauerstoff verbindet, als Kohlensäure, wie andere Kohle. Kohlensäure, ein farb- und geruchloses, giftiges Gas, findet sich in der Luft, in mancherlei Mineralien, namentlich mit Metalloxyden und Kalk, bildet sich beim Verbrennen und Verwesen kohlehaltiger Substanzen, bei der Gährung, beim Athmen, strömt hie und da aus der Tiefe der Erde gleich Quellen hervor, wodurch namentlich in Bergwerken Unglücksfälle entstehen. Befeuchtet man kohlensäurehaltige Verbindungen mit starker Säure, so erfolgt heftiges Aufbrausen; brennende Körper in Kohlensäure getaucht, erlöschen sogleich; Menschen und Thiere, welche reine Kohlensäure athmen, sterben plötzlich, so in Kellern voll gährender Flüssigkeiten, in verschlossenen Zimmern, in welchen Kohle verbrannt wird (wo außer der Kohlensäure auch das Kohlenoxyd die tödliche Wirkung hervorbringt). Ammoniak (Salmiakgeist) eingeathmet oder gerochen, ist gegen Kohlensäure das beste Gegengift. Die sogen. Sauerwasser oder Säuerlinge entstehen durch Aufnahme von Kohlensäure in das Quellwasser. Was im Most, Bier, Champagner moussirt, ist kohlensaures Gas, welches nur der Lunge, nicht dem Magen schadet. Durch sehr starken Druck kann man dieses Gas in eine Flüssigkeit verwandeln, welche nach aufgehobenem Druck so rasch verdunstet, daß eine Kälte unter dem Gefrierpunkt entsteht. Kohlenoxyd entsteht, wenn man Kohle bei nicht hinlänglichem Luftzutritt verbrennt. Werden sehr kohlenstoffreiche Pflanzenstoffe, z. B. Harze, Fette, bei höherer Temperatur zersetzt, so bildet sich das mit starker Flamme brennende Doppeltkohlenwasserstoff- oder Leuchtgas, welches die Flamme unserer Kerzen und Lampen bildet und im Großen zur Gasbeleuchtung aus den Steinkohlen gewonnen wird. Findet die Verbrennung kohlenstoffreicher Pflanzenstoffe in niederer Temperatur statt, so entsteht das

Digitized by Google

Einfachkohlenwasserstoff- oder Grubengas, welches, mit Luft gemengt, sich entzündet, und namentlich in Steinkohlenbergwerken bisweilen die verderblichsten Explosionen veranlaßt. Glüht man stickstoffhaltige Kohle mit einem Metall, so treten Kohlenstoff und Stickstoff zu einem neuen Körper, dem Cyan oder Blaustoff zusammen, welcher sich mit dem Metall verbindet und mit Eisen das bekannte Berlinerblau bildet; mit Wasserstoff stellt das Cyan die so höchst giftige Cyan-Wasserstoff- oder Blausäure dar, welche, mit Wasser verdünnt, in der Heilkunde angewendet wird und in geringer Menge in den Kernen der Zwetschgen, Kirschen, Bittermandeln, den Blättern des Lorbeerkirschbaums sich findet.

113. Der Stickstoff bildet $^4/_5$ der Atmosphäre, findet sich in kleiner Quantität in Mineralien und Pflanzen, reichlicher in den Thierkörpern. Für sich dargestellt, erscheint er als farb- und geruchloses Gas, in welchem brennende Körper erlöschen und Thiere sterben. Mit Metallen verbindet er sich gar nicht, mit andern Stoffen wenig innig. Ein Atom N mit drei Atomen H ist das sogen. Ammoniak; Salpetersäure ist eine Doppelverbindung, bestehend aus 1 Atom N und 5 At. O, dann 1 At. H und 1 At. O; sie färbt organische Stoffe gelb und zerstört sie; die meisten Metalle werden von ihr aufgelöst.

114. Fluor ist im reinen Zustande ein Gas und kommt in der Natur besonders mit Calcium zu Flußspath verbunden, vor; auch im Schmelz der Zähne ist es vorhanden. Sehr große Verwandtschaft hat es zur Kieselerde.

115. Chlor in reinem Zustande ist ein schwach gelbliches, erstickend riechendes Gas, welches die Lunge heftig angreift, im Wasser sich auflöst und diesem seine Eigenschaften mittheilt. Es kommt in der Natur meist mit Natrium zu Kochsalz vereinigt vor (Chlornatrium), hat namentlich zum Wasserstoff und zu den Metallen, welche es angreift, die größte Verwandtschaft. Wegen seiner starken Anziehung des Wasserstoffs gebraucht man das Chlor zum Bleichen und Luftreinigen, indem es die färbenden vegetabilischen, wasserstoffhaltigen und die faulenden Substanzen durch Entziehung ihres Wasserstoffs zerstört. Uebergießt man Kochsalz mit Schwefelsäure und leitet das entstehende Gas in Wasser, so erhält man die in der Heilkunde und vielen Gewerben angewendete Chlorwasserstoff- oder Salzsäure.

116. Brom findet sich nur sparsam in der Natur, meist mit Natrium und Magnesium verbunden im Meersalz und manchen Salzquellen, denen es Heilkräfte mittheilt, und ist rein eine dunkelrothe, schwere, eigenthümlich riechende Flüssigkeit.

117. Jod kommt mit Natrium und Magnesium verbunden im Meerwasser und den Meeresorganismen, auch in einigen Quellen vor. Es ist ein fester, grauschwarzer, etwas glänzender, unangenehm riechender Körper, welcher die Haut und Pflanzenstoffe braun färbt, erwärmt einen veilchenblauen Dampf gibt und die Stärke tief berlinerblau färbt. Obschon giftig, wird es mit Nutzen gegen Anschwellungen von Drüsen gebraucht; die gebrannten Schwämme und der in neuerer Zeit so häufig angewendete Leberthran wirken durch ihren Jodgehalt.

Digitized by Google

118. Schwefel findet sich fast rein an Vulkanen oder in der Erdrinde mit Gyps, Kalk, Mergel, in Menge z. B. in Sicilien; häufig ist er mit Metallen verbunden, namentlich mit Eisen, Kupfer, Silber, Nickel oder mit Kalk, so den schwefelsauren Kalk, Gyps, darstellend; auch im Eiweiß der Pflanzen und Thiere kommt er vor; der Geruch faulender Eier z. B. ist zum Theil durch ihn begründet. Man gebraucht ihn zu Abgüssen, Zündapparaten, als Schwefelblumen in der Heilkunst. Er bildet mit Sauerstoff die früher genannten drei Säuren; das garstig riechende, rein eingeathmet tödlich wirkende Schwefelwasserstoffgas entwickelt sich, wenn schwefelhaltige organische Stoffe faulen, und kommt auch in den Schwefelquellen vor.

119. Phosphor kommt in phosphorsauren Salzen zwar allenthalben, doch sparsam im Boden vor und geht von da in Pflanzen und Thiere über; in letzteren findet er sich namentlich in Hirn- und Nervensubstanz, im Eiweiß, in den Muskeln und Knochen. Rein ist er farblos, durchsichtig, weich und stößt, sich an der Luft oxydirend, phosphorige Säure in Form stark riechender, im Dunkeln leuchtender Dämpfe aus. Er entzündet sich sehr leicht und wird deßhalb zu Zündhölzchen angewendet, während die Phosphorsäure in der Heilkunst gebraucht wird.

120. Arsen wird von Manchen wegen seines grauen metallischen Ansehens und 5,7 betragenden Gewichts zu den Metallen gezählt, kommt gediegen oder mit Schwefel und Metallen vor, aus welchen er sich wegen seiner Flüchtigkeit durch Sublimation abscheiden läßt. Wenn man Arsen erhitzt, bilden sich weiße, nach Knoblauch riechende Dämpfe, die sich zu feinem Pulver verdichten, welches der höchst giftige weiße Arsenik (arsenige Säure) ist; gegen Vergiftungen mit demselben gebraucht man Eisenoxydhydrat. Verbindungen des Arsens mit Schwefel sind das Auripigment und der Realgar, welche gleich der arsenigen Säure zu mancherlei technischem Gebrauch dienen.

121. Antimon, gleichfalls oft zu den Metallen gezählt, ist weiß, feinkörnig, ungemein spröde. Mehrere seiner Verbindungen, namentlich das Antimonoxyd und Schwefelantimon wirken in geringen Dosen schweißtreibend, in größeren brechenerregend, ja giftig. Antimon mit Blei gibt die Legirung, aus der man die Schriftlettern gießt.

122. Kiesel kommt in der Natur nie für sich, aber mit Sauerstoff zu Kieselsäure verbunden vor, welche, in sehr zahlreichen Mineralien sich findend, wohl die größte Masse der Erdrinde bildet; wegen ihrer Geschmacklosigkeit, Indifferenz, Härte und außerordentlich schweren Schmelzbarkeit nannte man sie früher Kieselerde. Der Bergkrystall ist reine krystallisirte Kieselsäure; in anderen Kieselmineralien treten zur Kieselerde fremde Beimengungen. Glas, Porcellan, Thon sind Verbindungen der Kieselsäure mit Oxyden der leichten Metalle, in der Glühhitze erhalten. Kieselsäure mit Kali, Natron, Kalk geglüht, bildet im Wasser lösliche Salze, die in die Pflanzen übergehen, als ein ihnen nothwendiger Bestandtheil; reich sind an ihr die Schafthalme, das spanische und Bambusrohr, überhaupt viele Gräser; das Stroh verdankt seinen Glanz und seine verhältnißmäßige Dauerhaftigkeit diesen Kieselsalzen in

Digitized by Google

den Zellen seiner Außenschicht. Der Panzer vieler Räderthiere, einiger Phytozoidien, Mollusken, Polypen, die Nadeln in den Seeschwämmen bestehen aus Kieselsäure.

123. Was die Metalle überhaupt betrifft, so sind es (mit alleiniger Ausnahme des Quecksilbers) feste Körper von bedeutender Dichtigkeit und starkem Zusammenhang ihrer Theilchen, daher hämmer- und dehnbar, von eigenthümlichem Glanz, welche vorzugsweise die Elektricität leiten, in der Hitze schmelzen und bei noch höherer Steigerung derselben verdampfen. Wegen ihrer großen Verwandtschaft zum Sauerstoff kommen sie in der Natur fast immer mit diesem zu Metalloxyden verbunden vor, welche in ihrer Mehrzahl basisch und im Wasser unauflöslich sind. Chlor, Jod, Brom, Fluor, Cyan verbinden sich lebhaft mit den Metallen zu neutralen Verbindungen, sogen. Chloraten, die im Wasser auflöslich sind; weil jene Körper mit den Metallen salzähnliche Verbindungen darstellen, hat man sie Salzbilder, Haloide und ihre Salze Haloidsalze genannt. Die ebenfalls sehr häufigen Verbindungen des Schwefels mit den Metallen, die sogen. Sulphurate, verhalten sich meist wie Basen; einige höhere jedoch wie Säuren; sie haben große Verwandtschaft zum Sauerstoff. — Die schweren Metalle erreichen im Platin ein Gewicht, welches das des Wassers bis 21mal übertrifft, und kommen sowohl rein für sich (gediegen), als mit anderen Metallen gemengt, ferner oxydirt und mit leichten Metallen, Metalloiden und Nichtmetallen gemengt oder verbunden vor. Die leichten Metalle sind nur 0,8—1 schwer, kommen nie unverbunden vor, ihre Oxyde und Schwefelverbindungen sind starke Basen; erstere bilden mit Wasser Hydrate und entlassen ihren Sauerstoff und Kohle nur in der Weißglühhitze; letztere oxydiren sich an der Luft zu schweflig sauren Oxydsalzen und geben mit Säure Schwefelwasserstoff. Es folgen einige Angaben über besonders wichtige Metalle der einen und andern Gruppe.

124. Das Zinn kommt in der Natur fast nur als Zinnoxyd (Zinnstein) vor, besonders häufig in Ostindien, England, Spanien. Aus diesem schönen Metall wird das Blattzinn oder der Stanniol verfertigt; es dient ferner außer seiner Anwendung zu Geschirren ꝛc. zum Verzinnen des Eisens und Kupfers, zur Bereitung des Schnellloths ꝛc.

125. Kupfer, eines der am frühesten bekannten Metalle, kommt gediegen, häufiger aber mit Sauerstoff und Schwefel verbunden vor. Es ist sehr zähe, dehnbar, ziemlich hart, schwer zu schmelzen. Das Kupfer wurde in sehr alter Zeit, ehe man das Eisen zu schmelzen wußte, zu Waffen verwendet; jetzt dient es zur Verfertigung verschiedener Geräthschaften; sehr wichtig sind besonders seine Legirungen mit Zink, Zinn, Nickel, welche als Messing, Tombak, Bronze, Kanonenmetall, Glockenspeise, Neusilber bekannt sind. Die Kupferoxyde schmecken ekelhaft metallisch und wirken giftig; namentlich entstehen durch das kohlensaure und essigsaure Kupferoxyd (Grünspan) Vergiftungen, gegen die man zuerst Brechmittel und dann sehr reichlich Zuckerwasser anwendet.

126. Quecksilber findet sich gediegen oder mit Schwefel verbunden und ist merkwürdig durch den geringen Zusammenhang seiner Theilchen, so daß es

Digitized by Google

ungeachtet seiner Dichtigkeit flüssig erscheint. Gleich Silber, Gold, Platin erhält es sich wegen seiner geringeren Verwandtschaft zum Sauerstoff an der Luft unverändert, worin der Hauptcharakter der sogen. edeln Metalle besteht. Quecksilber vermag die meisten Metalle aufzulösen und mit ihnen einen Brei, Amalgam, darzustellen; die Spiegelgläser werden mit einem solchen Amalgam aus Quecksilber und Zinn belegt. Das reguliniſche (in seiner Reinheit bestehende) Metall dient bekanntlich zu Barometern und Thermometern. Seine Verbindungen sind meist sehr giftig, manche in geringen Gaben aber heilkräftig, wie z. B. Zweifach-Chlorqueckſilber (Sublimat), Einfach-Chlorqueckſilber (Calomel). Schon die Dämpfe des bei einigermaßen erhöhter Temperatur sich verflüchtigenden Queckſilbers erregen Speichelfluß. Das Schwefelqueckſilber (Zinnober) dient zur Gewinnung des reguliniſchen und als Farbe.

127. Silber findet sich gediegen, häufiger noch mit Blei legirt in Erzen. Dieſes schöne Metall dient hauptſächlich zu koſtbareren Geräthen, mit Kupfer verſetzt zu Münzen. Das ſalpeterſaure Silberoxyd (Höllenſtein) wird wegen ſeiner ätzenden Eigenſchaft zur Zerſtörung wuchernder Bildungen (wilden Fleiſches) in der Chirurgie angewendet, ſeine Auflöſung zu unauslöſchlicher Tinte. Chlor- und Jodſilber ſind ſehr empfindlich gegen das Licht, worauf die Anwendung des letztern in der Daguerreotypie beruht.

128. Gold, das koſtbarſte Metall, iſt ſehr allgemein über die Erde verbreitet, nicht, wie man früher glaubte, bloß über die Aequatorialgegenden. Es kommt faſt nur gediegen vor und zwar in Stücken oder Körnchen in Geſtein, namentlich Quarz, eingeſprengt oder durch Zerſtörung der Felsarten im Schuttland und Sand in Form von Körnern und Blättchen. Gold wird von keiner Säure für ſich angegriffen, wohl aber von einer Miſchung aus Salz- und Salpeterſäure (Königswaſſer) aufgelöst. Es iſt das dehnbarſte aller Metalle; man kann es zu Blättchen von nur $^1/_{18000}$ Linie Dicke ſchlagen (Blattgold) und einen Gran zu einem 500 Fuß langen Draht ausziehen. Zu Münzen und Schmuckſachen wird dieſem — ſo heiß begehrten — Metall wegen ſeiner Weichheit immer Silber oder Kupfer zugeſetzt.

129. Platin iſt weißgrau, ziemlich weich und dehnbar, und ebenfalls nur im Königswaſſer löslich. Es findet ſich in Südamerika und am Ural ſtets gediegen und wird, weil im ſtärkſten Feuer unſchmelzbar, namentlich zu Schmelztiegeln und andern chemiſchen Geräthſchaften verarbeitet, in Rußland früher zu Münzen. Sehr fein zertheiltes Platin ſtellt den grauen poröſen Platinſchwamm dar, der wegen ſeiner merkwürdigen Eigenſchaft, Waſſerſtoffgas zu entzünden, zu Zündwerkzeugen gebraucht wird.

130. Blei findet ſich in der Natur beſonders häufig mit Schwefel verbunden (Bleiglanz), dann in vielen Salzen des Bleioxyds. Erhitzt man den Bleiglanz an der Luft, ſo entweicht der Schwefel als ſchweflige Säure und das Blei wird zu Bleioxyd, welches, mit Kohle zuſammengeſchmolzen, ſeinen Sauerſtoff an dieſe abgibt, ſo daß reguliniſches Blei zurückbleibt. Bekannt iſt deſſen Gebrauch zu Waſſerröhren, Flintenkugeln, Platten, Uhrgewichten; ſeine giftigen Verbindungen erzeugen die ſogen. Bleikolik, gegen die man

Digitized by Google

Schwefelwasser gebraucht. Das Bleioxyd (Silberglätte) dient zu Bleiglas, Glasur, Pflastern. Der ziegelrothe Mennig ist Bleioxyd mit Bleihyperoxyd; das Bleiweiß, eine sehr bekannte Farbe, ist kohlensaures Bleioxyd.

131. Zink wird vorzüglich aus dem kohlensauren Zinkoxyd (Galmei) gewonnen. Dieses spröde, graulich weiße Metall dient zum Dachdecken, zu Gußwerken, verschiedenen Legirungen, manchen Zinkpräparaten in der Heilkunde.

132. Nickel kommt besonders als Arsennickel (Kupfernickel), auch mit Schwefel und Antimon verbunden vor; im Meteoreisen bildet er 2—24 Procent der Gesammtmasse. Mit Zink und Kupfer gibt der Nickel das sogen. Neusilber oder Argentan; man wendete ihn auch als Zusatz bei den schweizerischen Billonmünzen an.

133. Der Kobalt findet sich namentlich als Arsenkobalt (Speiskobalt) und als Schwefelarsenkobalt (Kobaltglanz), ist hart, spröde, schwer schmelzbar und wird vom Magnet angezogen. Die sogen. Schmalte oder Waschblau ist kieselsaures Kobaltoxyd. Chlorkobalt dient zur Bereitung der sogen. sympathetischen Tinte.

134. Eisen, das wichtigste aller Metalle, das, wie es scheint, für die Erde charakteristische Metall, findet sich in ihrer Rinde (vielleicht auch in ihrem Kern) in unermeßlicher Menge, namentlich als Eisenerz verschiedener Art, theils mit Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen, theils mit Schwefel, Chlor, Cyan verbunden. Es kommt auch in den Räumen zwischen den Planeten vor und stürzt in kleineren oder größeren Massen auf die Erde (Meteoreisen, gewöhnlich mit Nickel und anderen Metallen gemengt). In geringerer Menge findet es sich auch in vielen anderen Mineralien und in der Mehrzahl der Pflanzen und Thiere. Beim Schmelzen des Eisens in den Hochöfen wird den Eisenerzen ihr Sauerstoff entzogen, die verschiedenen anderen Beimengungen schmelzen zu Schlacken zusammen und das Eisen fließt als Roh- oder Gußeisen ab. Dieses wird durch Glühen an der Luft zu Stabeisen, wobei die im Roheisen enthaltenen 5 Procent Kohle verbrennen. Stahl ist Eisen mit 1—2 Procent Kohle und durch seine Härte, Elasticität, Politurfähigkeit, zur Verfertigung verschiedener Instrumente geeignet. Das schwefelsaure Eisenoxydul (grüner oder Eisenvitriol) ist ein bekanntes Salz, welches durch Oxydation des natürlichen Schwefeleisens (Schwefelkieses) gewonnen wird und verschiedene wichtige Anwendung in der Färberei, Bereitung von Berlinerblau, Tinte, Schwefelsäure, auch zu medicinischen Eisenpräparaten erhält. Die sogen. Stahlbrunnen enthalten kohlensaures Eisenoxydul.

135. Das bereits zu den leichten Metallen gehörende Aluminum (Aluminium), Thonerdemetall, kommt in der Natur sehr reichlich vor; sein Oxyd, die Thonerde, bildet einen nicht geringen Theil der Erdrinde und zahlreiche Mineralien, z. B. den Saphir, Korund, Smirgel. Besonders wichtig ist die Thonerde in der Färberei, weil sie die Farbe an den Zeugen befestigt, die in einer Auflösung von Thonerde gebeizt werden. Schwefelsaure Thonerde (Alaun) dient ebenfalls in der Färberei, die kieselsaure Thonerde (schlechthin Thon) bildet mit Wasser eine weiche, knetbare Masse und erhärtet beim Glühen, welche

Digitized by Google

Eigenschaften den Thon zur Verfertigung der Töpferwaaren, des Porcellans, der Fayence gebrauchen lassen. Der sogen. Lasurstein, eine Verbindung von Schwefelnatrium und kieselsaurer Thonerde, liefert die herrliche blaue Farbe Ultramarin, die man jetzt ganz treu aus jenen Stoffen künstlich darzustellen vermag.

136. Magnium, Talkerdemetall, kommt in der Natur häufig vor und bildet mit Sauerstoff die Magnesia, Talk- oder Bittererde. Chlormagnium ist die Ursache der Ungenießbarkeit des Seewassers und kommt gleich der schwefelsauren Magnesia (Bittersalz) auch in manchen Salzquellen vor. Kohlensaure Magnesia bildet mit kohlensaurem Kalk den Dolomit, eine Felsart. Die gebrannte, hiedurch ihrer Kohlensäure beraubte Magnesia wird zur Bindung zu vieler Magensäure eingenommen.

137. Calcium, Kalkerdemetall, findet sich in der Natur in unermeßlicher Menge, bildet als kohlensaurer Kalk zahlreiche Gebirgsketten, sehr verschiedene Mineralien (Kalkspath, Kalksinter, Marmor, Kreide ꝛc.), findet sich fast in allen Wassern, stellt in den Thieren sehr oft die Skelete dar und kommt auch in den Pflanzen fast immer vor. Calcium ist silberweiß, verbrennt beim Erhitzen an der Luft und löst sich in Wasser zu Kalkwasser, wobei es aufbraust. Das Calciumoxyd (Kalk, Kalkerde) erhält man, wenn man den kohlensauren Kalkstein glüht (Kalkbrennen), wobei die Kohlensäure entweicht. Calciumoxyd, mit Wasser befeuchtet, gibt Calciumhydrat, gewöhnlich gelöschter Kalk genannt. Bei mehr Zusatz von Wasser entsteht Kalkmilch, aus welcher sich der Kalkbrei absetzt, der als Mörtel dient, indem er, der Luft ausgesetzt sich wieder mit der Kohlensäure derselben verbindet und steinhart wird. Der schwefelsaure Kalk (Gyps, Alabaster) kommt ebenfalls in bedeutenden Massen vor, dient zu Kunstwerken, Gypsabgüssen, als Dünger; der phosphorsaure Kalk bildet die Hauptmasse des Skelets des Menschen und der vier oberen Thierklassen, und gelangt aus den Samen aller Getreidearten in die Körper von jenen. Chlorkalk oder Bleichkalk dient zum Bleichen und wegen seiner, Riechstoffe zerstörenden Wirkung zur Luftreinigung in Krankenhäusern.

138. Natrium gleicht in seinen sinnlichen Eigenschaften sehr dem (folgenden) Kalium und wird aus kohlensaurem Natron bereitet. Auch das Natriumoxyd (Natron) und Schwefelnatrium sind dem Kaliumoxyd und Schwefelkalium sehr ähnlich. Chlornatrium, unser Kochsalz, jenes mächtige Reiz- und Beförderungsmittel der Verdauung bei Menschen und Thieren, findet sich in mächtiger Verbreitung über die Erde, als Felsmasse (Steinsalz), in Salzquellen, in Meerwassern; aus letzterem wird es durch Verdampfung gewonnen. Mancherlei Pflanzen an und im Meere und an Salzquellen (Salsola, manche Chenopodium und Atriplex ꝛc.) liefern verbrannt kohlensaures Natron, sogen. Soda; doch wird die meiste Soda aus dem Chlornatrium fabricirt. Dieses Salz gleicht sehr dem kohlensauren Kali und dient zur Bereitung von Seife, Glas, in der Färberei. Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) dient als Purgirmittel und zur Glasfabrikation. Die verschiedenen Glassorten werden bereitet, indem man Kieselsäure mit Metalloxyden verbindet, nament-

Digitized by Google

lich mit Natron, Kali, Bleioxyd und Kalk; das böhmische Krystallglas ist Kaliglas, die Fensterscheiben werden gewöhnlich aus Natronglas gemacht, die gepreßten Glaswaaren, sowie die Teleskop- und Mikroskoplinsen aus Bleiglas ꝛc. Setzt man der Glasmasse gewisse andere Metalloxyde zu, so erhält man gefärbte Gläser.

139. Kalium ist silberglänzend, schneid- und knetbar, hat die heftigste Verwandtschaft zum Sauerstoff, so daß es sich in freier Luft sogleich in Oxyd verwandelt und man es nur unter Steinöl aufbewahrt in metallischem Zustande erhalten kann. Wegen dieser lebhaften Anziehung gebrauchen die Chemiker das Kalium, um manchen Oxyden ihren Sauerstoff zu entziehen. Kali ist mit Kieselsäure verbunden in sehr vielen Mineralien vorhanden, vorzüglich im Feldspath, und verbreitet sich durch dessen Verwitterung im Boden, aus welchem es die Pflanzen aufnehmen, durch deren Verbrennung es der Mensch gewinnt. Kaliumoxyd ist das gewöhnliche Kali, dessen Auflösung, Aetzlauge genannt, höchst alkalisch und ätzend wirkt, alle Pflanzen- und Thierstoffe auflöst und alle kieselhaltigen Gefäße angreift. Kalihydrat gebraucht man in der Heilkunde und zur Bereitung der Seife, das Schwefelkalium dient zu den Schwefelbädern. Das kohlensaure Kali (Pottasche) wird aus der Asche der (an Kali mehr oder minder reichen) Hölzer gewonnen; aus ihm stellt man alle übrigen Kaliverbindungen dar, namentlich Alaun, Seife, Glas. Salpetersaures Kali (Salpeter) entsteht, wenn stickstoffhaltige Thierstoffsubstanzen mit Metalloxyden zusammengebracht und der Zersetzung überlassen werden, so in Ställen, Düngerstätten ꝛc., wo die Salpeterkrystalle oft die Mauern überziehen. Sein Geschmack ist kühlend salzig, es dient in der Heilkunde, zur Bereitung der Salpetersäure und des Schießpulvers, welches letztere ein Gemenge aus Salpeter, Schwefel und Kohle ist. Chlorsaures Kali wird der Zündhölzchenmasse zugesetzt.

140. In den durch trockene Destillation stickstoffhaltiger Substanzen erhaltenen Flüssigkeiten findet sich das sogen. Ammoniak (Salmiakgeist ist dessen wässerige Auflösung), eine flüchtige Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff, welche hier wegen ihrer Eigenschaften eines stark basischen Metalloxyds angeführt wird. Nach der Meinung Einiger liegt dieser Verbindung ein metallisches Element, Ammonium, zu Grunde, welches darzustellen aber Niemand gelungen ist. Das Ammoniak wird auch reichlich in Abtritten gebildet, besonders bei feuchtem Wetter, und verräth sich durch den durchdringenden Geruch. Seine Verbindungen haben scharfen Geschmack und stechenden Geruch und werden in der Heilkunde besonders als schweißerregende Mittel angewendet. Salmiak, das bekannte weiße Salz, ist Chlorwasserstoff-Ammoniak.

Organische Verbindungen.

141. Dieselben können, wie früher angegeben, einfacher oder zusammengesetzter seyn. Zu den einfacheren, die nur aus 2—3 Elementen bestehen, gehören die Säuren und viele indifferente Stoffe, namentlich Stärke, Zucker, Gummi, Weingeist, Fette, Harze, Oele, Schleim, Gallerte, Pflanzenfaser; — zu den zusammengesetzteren, welche von 4 und mehr Elementen gebil-

Digitized by Google

det werden, gehören die sogen. Pflanzenbasen und ebenfalls einige indifferente Stoffe, welche man als eiweißartige Körper zusammenfassen kann.

142. Die organischen Säuren finden sich im Zellsaft der Pflanzen, namentlich der Fruchtzellen, einige auch in den Thierkörpern. Ihr Geschmack ist rein sauer, sie wirken nicht ätzend, sind flüchtig oder nicht und werden aus ihren Verbindungen mit den Basen durch Schwefelsäure abgeschieden, weil diese eine stärkere Verwandtschaft zu den Basen hat. Essigsäure ist nur in wenigen Pflanzensäften enthalten, entsteht aber leicht, wenn man Weingeist oder weingeisthaltige Pflanzensäfte der Luft aussetzt, oder Pflanzenstoffe, besonders Holz, trocken destillirt. Reine Essigsäure erscheint bei niedriger Temperatur in schönen Krystallen, mit viel Wasser verdünnt stellt sie unsern Essig dar. Mehrere essigsaure Salze werden in der Heilkunde gebraucht, so das essigsaure Bleioxyd (als Bleiessig und Goulard'sches Wasser), das essigsaure Kali und Ammoniak; essigsaures Kupferoxyd (Grünspan) ist giftig. Weinsäure findet sich besonders im Traubensaft; der sich in den Fässern ansetzende Weinstein ist weinsaures Kali; das Pulver des gereinigten Weinsteins wird unter dem Namen Weinsteinrahm (Cremor Tartari) als Heilmittel angewendet; der sogen. Brechweinstein ist das Doppelsalz von weinsaurem Kali mit weinsaurem Antimonoxyd. Ziemlich verbreitet in den sauren Früchten sind die Citronen- und Aepfelsäure; die giftige Kleesäure erzeugt sich in den Sauerklee- und Ampferarten, deren Saft kleesaures Kali (Kleesalz) enthält; die Säure und das Salz zerstören deßhalb die Tintenflecke, weil sie sich mit dem Eisen der Tinte verbinden und mit diesem ein im Wasser leicht lösliches Salz darstellen. Gerbsäure findet sich in sehr zahlreichen Pflanzenstoffen, am häufigsten in der Eichenrinde und den Galläpfeln; ihr Geschmack ist stark zusammenziehend; beim Gerben gebraucht, bildet sie mit der thierischen Haut eine im Wasser unlösliche Verbindung, das Leder; als zusammenziehendes Mittel wird sie besonders bei Blutungen angewendet. Mit den Eisenoxyden bildet die Gerbsäure eine schwarze Verbindung, die mit Wasser verdünnt unsere Tinte gibt. Die stechend riechende ätzende Ameisensäure findet sich vorzüglich in der Waldameise, Formica rufa, und kann gleich der Kleesäure auch künstlich dargestellt werden. Milchsäure kommt in manchen Pflanzen- und Thierstoffen vor oder bildet sich durch Zersetzung in diesen, z. B. in der sauren Milch, den Sauergurken.

143. Die indifferenten Stoffe verhalten sich weder sauer noch basisch, noch als Salze. Sie vorzüglich bilden die Hauptmasse in den Nahrungsmitteln des Menschen und der Thiere, in welchen sie namentlich zur Erwärmung und Unterhaltung des Athmungsprocesses dienen. Einer der wichtigsten dieser Stoffe ist die Stärke (Amylum, Amidon), welche in sehr vielen Pflanzentheilen, namentlich in den Getreidekörnern, den Knollen der Kartoffel und anderer Pflanzen, im Palmenmark (Sago), in Wurzeln (Arrow-Root), vorkömmt und beim Zerreiben und Einwässern dieser Theile als weißer Bodensatz sich niederschlägt. Stärke dient als Nahrungsmittel, zu Kleister, zum Leimen des Papiers; in kaltem Wasser und Weingeist ist sie unlöslich, mit Jod bildet sie eine schön und tief blaue Verbindung, mit verdünnter Schwefelsäure das sogen., dem arabischen

Digitized by Google

Gummi sehr ähnliche Dextrin. Gummi ist farblos, im Wasser löslich, im Weingeist unlöslich und fließt namentlich aus den Mimosenbäumen Afrika's und Asiens aus; es wird zum Kleben, Lackiren, in der Heilkunde benützt. Zucker findet sich in den meisten Früchten, vielen Wurzeln und Stengeln, am häufigsten aber im Safte des Zuckerahorns, der Runkelrübe und besonders des Zuckerrohrs, welcher etwa 10 Procent Zucker enthält. Aus letzteren beiden Pflanzen wird fast aller Zucker bereitet, eine Substanz, die ungemein häufig in Nahrungs- und Arzneimitteln angewendet wird, und weil sie selbst keine Zersetzung erleidet, auch andere Körper davor zu bewahren dient. (Eingemachte Früchte ꝛc.) Viel weniger süß ist der Traubenzucker, der außer den Trauben auch in anderen Früchten und im Honig sich findet, so wie auch durch künstliche Zersetzung der Stärke erzeugt wird, und der in der Milch vorkommende Milchzucker. Nicht bloß der Mensch liebt den Zucker, sondern auch zahlreiche Thiere gehen ihm begierig nach, namentlich nährt sich eine ziemliche Anzahl von Insekten von zuckerhaltigen Säften. Zucker mit Wasser und Wärme geräth in Gährung, wobei er zersetzt wird und sich Weingeist bildet (eine Verbindung aus 2 At. Kohle, 6 Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff bestehend), der aus den gegohrenen Flüssigkeiten überdestillirt wird; vollkommen wasserfrei heißt er Alkohol. Unsere geistigen Getränke enthalten nach ihrer Stärke ein verschiedenes Quantum dieser Flüssigkeit, welche auf das Organ des Bewußtseyns berauschend wirkt und zur Aufbewahrung organischer Körper deßhalb tauglich ist, weil sie diesen ihr Wasser entzieht und so das Faulen verhindert. Chloroform entsteht, wenn verdünnter Weingeist, mit Chlorkalk vermengt, destillirt wird; Aether durch Destillation des mit Schwefelsäure vermengten Weingeistes; diese beiden Flüssigkeiten werden bekanntlich zur Betäubung vor chirurgischen Operationen gebraucht, um den Schmerz unfühlbar zu machen. Die Fette der Pflanzen und Thiere bestehen aus Fettsäure und dem indifferenten Oelsüß oder Glycerin. Die flüssige Fettsäure heißt Oel-(Olein-)säure, die feste krystallinische Talg-(Stearin-)säure; das Verhältniß beider in einem Fette bedingt, ob es mehr flüssig oder mehr fest ist. Die Fette dienen als Nahrung, (in welcher sie vorzüglich den erwärmenden Bestandtheil bilden), zum Brennen, zu Firnissen, Pflastern, Seife. Die verschiedenen Arten letzterer entstehen, wenn sich Fettsäuren mit Kali oder Natron verbinden. Aehnlich den Fetten ist das Wachs, welches im Blumenstaube, auf Früchten, Blättern, Stämmen mancher Gewächse sich findet und durch den Verdauungssaft der Bienen aus dem genossenen Honig erzeugt wird. Die flüchtigen (ätherischen) Oele werden in drüsenartigen Organen, namentlich der Blätter, Blüthen und Früchte gebildet und geben diesen Theilen den eigenthümlichen Geruch. Im Wasser sind sie fast unlöslich, in Weingeist, Aether und Fetten leicht löslich. Sie bestehen entweder nur aus Kohlen- und Wasserstoff oder enthalten auch noch Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff. Die ätherischen Oele und die sie enthaltenden Körper dienen zu Gewürzen, geistigen Getränken, als Heilmittel und Parfüm; manche finden auch in Gewerben Anwendung. Sehr bekannt sind Citronenöl, Orangeblüthöl, Nelkenöl, Zimmtöl, Rosenöl, Anisöl, Kamillenöl; der Kampher,

Digitized by Google

welcher als Reizmittel in der Heilkunde angewendet wird, ist eine feste, krystallinische Substanz, welche sich aus dem flüchtigen Oele eines japanischen Lorbeerbaums (Laurus Camphora) abscheidet. Von den fetten Oelen ist das bekannteste das Olivenöl, welches bei uns nur als Zuthat zu manchen Speisen, zur Bereitung mancher Arzneimittel dient, in südeuropäischen Ländern hingegen im Rang eines Nahrungsmittels steht und die Stelle der Butter vertritt. Harze fließen gewöhnlich mit flüssigem Oel vermischt aus Pflanzentheilen aus, sind Nichtleiter der Elektricität, unlöslich im Wasser, löslich in Alkohol, Aether, flüchtigen Oelen, krystallisiren nicht. Viele finden in Gewerben, in der Heilkunde Anwendung; sehr bekannt sind Mastix, Kopal, Schellack, der aus einem urweltlichen Nadelholzbaume stammende, zu Kunstsachen, Räucherungen, Firniß dienende Bernstein, das so elastische Kautschuk (Federharz) im Milchsaft vieler Pflanzen, welches zur Verfertigung von wasserdichten Zeugen, Schuhsohlen, chirurgischen Sonden ꝛc. dient, Gutta-Percha, welche die Eigenschaft hat, in kochendem Wasser weich und knetbar wie Wachs zu werden, daher zu Formen und Abdrücken verschiedener Gegenstände gebraucht wird. Die ebenfalls aus Pflanzen heißer Länder ausfließenden Gummiharze sind Gemenge von flüchtigen Oelen, Harzen, Gummi, und sehr häufig heilkräftig, wie z. B. Ammoniakgummi, Asa foetida (Teufelsdreck), Myrrhe, Aloe, Opium, während das Gummigutt auch als Farbstoff dient. Die eigentlichen Farbstoffe lösen sich z. Th. in Wasser, Weingeist, Aether, z. Th. verbinden sie sich wie Säuren mit Basen; die wenigsten krystallisiren. Bekannte vegetabilische Farbstoffe sind Gelbholz, Curcuma, Orlean, Krapp, Fernambukholz, Saflor, Orseille, der Saft der Kreuzdornbeeren (Saftgrün), Lakmus, Indigo; das Thierreich liefert den in verschiedenen Schildläusen (am reichlichsten der Cochenille, Coccus Cacti) vorkommenden Carmin, den Purpursaft der Purpurschnecken. Endlich gehören noch zu den indifferenten Stoffen Pflanzengallerte, der von manchen Pflanzen als besänftigendes Mittel gebrauchte Pflanzenschleim, und Pflanzenfaser, welche die Hauptmasse des Holzes bildet.

144. Die zusammengesetzteren organischen Verbindungen bestehen meist aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, manchmal auch noch aus etwas Schwefel und Phosphor, und sind wieder Basen oder indifferente Stoffe. Der Stickstoff ist namentlich für das Thierreich charakteristisch; Körper, welche Stickstoff enthalten, riechen beim Verbrennen ammoniakalisch, z. B. angebrannte Federn, Haare, Horn ꝛc.

145. Die zusammengesetzteren Pflanzenbasen haben weder Farbe, noch Geruch, schmecken höchst bitter, sind löslich in Weingeist und z. Th. in Aether, unlöslich im Wasser, stellen mit Säuren farblose krystallisirbare Salze dar. Sie wirken auf Pflanzen und Thiere meist als heftige Gifte, mehrere sind sehr wirksame Arzneimittel, so das Morphin (die Base des Opiums), das in den Chinarinden vorkommende fieberwidrige Chinin, das in der Brechnuß sich findende sehr giftige Strychnin, das Atropin in der Tollkirsche, das Hyoscyamin im Bilsenkraut, und viele andere.

146. Die zusammengesetzteren indifferenten Stoffe enthalten

Digitized by Google

außer Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff, auch noch bis zwei Procent Schwefel. Hieher gehören die ſogen. eiweißartigen Körper: Albumin, Fibrin, Caſein. Dieſe drei einander ſehr nahe verwandten Körper bilden feucht eine weiße, beim Trocknen hornartig erſcheinende Maſſe, kryſtalliſiren nicht und kommen in den organiſchen Weſen im Waſſer gelöst, alſo in flüſſiger Form vor, werden aber unter gewiſſen Umſtänden unlöslich. Fleiſch, Blut, Hirn- und Nervenſubſtanz beſtehen größtentheils aus eiweißartigen Subſtanzen; Nahrungsmittel, an ſolchen reich, ſind natürlich beſonders nahrhaft. Die freiwillige Zerſetzung dieſer Körper, welche vom übelſten Geruche begleitet iſt (herrührend von Schwefelammonium, kohlenſaurem Ammoniak, Butterſäure), heißt Fäulniß. Albumin, Eiweiß, findet ſich in Thier- und Pflanzenſäften, z. B. in den Blättern von Gemüſen, Gräſern, in Kartoffeln, Rüben, am reinſten in den Eiern und im Blutwaſſer der Thiere. Organiſche Flüſſigkeiten, welche Eiweiß enthalten, gerinnen beim Erhitzen, d. h. ihr Eiweiß ſcheidet ſich als weiße, flockige, geronnene, im Waſſer nicht wieder lösliche Maſſe ab. Faſerſtoff, Fibrin, bildet das Fleiſch der Thiere und im Blute den ſogen. Blutkuchen; im Weizenmehl ſtellt es eine zähe, klebrige Maſſe dar, die man Kleber nennt. Käſeſtoff, Caſein, findet ſich in der Milch, die ein Gemenge von Fett (Butter) mit in Waſſer gelöstem Käſeſtoff iſt, und in den Samen der Hülſenfrüchte. Das ſogen. Diaſtas in der gekeimten Gerſte (Malz) iſt dem Eiweiß verwandt. Der Leim entſteht, wenn Haut, Knorpel und die weichzellige Grundlage der Knochen längere Zeit gekocht werden; er verwandelt ſich, wenn man ihn längere Zeit mit Schwefelſäure kocht, in den ſehr ſüß ſchmeckenden Leimzucker; mit Gerbſäure gibt er eine im Waſſer unlösliche Verbindung.

Digitized by Google

Zweiter Abschnitt.
Kosmik, Weltkörperlehre.

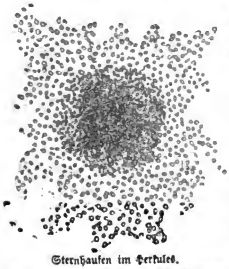
Drittes Hauptstück.

Uranologie, Lehre von den Gestirnen.

Allgemeine Verhältnisse.

147. Den unbegrenzten Raum, so weit und weiter als das bewaffnete Auge reicht, erfüllen unzählige sphäroidische Körper meist von ungeheurer Größe und Masse und bewegen sich mit ätherischer Leichtigkeit durch denselben. Die unendliche Mehrzahl der uns zu Gesichte kommenden ist selbst leuchtend und so ungeheuer sind die Entfernungen der letzten uns noch sichtbaren, daß ihr Licht Hunderttausende von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen. Das freie Auge nimmt nur etwa 5000 Sterne wahr, die man nach der Stärke ihres Glanzes ziemlich willkürlich in sechs Größen vertheilt hat; die der sechsten Größe sind für schwächere Augen schon unsichtbar.

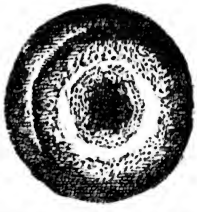
148. Eine der frühesten Vorstellungen war, daß die Erde im Mittelpunkt des Weltgebäudes ruhe und der ganze Sternenhimmel sich um sie bewege, eine krystallartige Sphäre, an welcher jene glänzenden Punkte, die Sterne, befestigt waren. Jahrtausende mußten vergehen, bis man erkannte, daß diese Bewegung nur scheinbar sey, durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe entstanden. Man setzte nun die Sonne in den Mittelpunkt unseres Planetensystems und ließ die Erde und alle übrigen Glieder desselben in regelmäßigen Bahnen, unter Drehung um ihre eigenen Axen sich um die Sonne bewegen, während die Fixsterne als ruhend gedacht wurden. (Kopernikanisches System.) Auch diese Vorstellung ist heutzutage theilweise verlassen; man



Sternhaufen im Herkules.

Digitized by Google

weiß nun, daß auch die Sonne nur ein Stern unter Sternen ist, daß fast alle Sterne, die wir am Himmel erblicken, Sonnen seyen; daß alle Sonnen, die unsrige mit eingeschlossen, eine Bewegung durch den Weltraum haben, und ihr Gefolge von Planeten, Monden und Kometen sie auf diesem begleitet. Unsere



Sonne mit ihrem System bildet eine der unzähligen Gruppen in diesem unermeßlichen Ganzen; sie und andere, ihr nächste Sonnen mit ihrem etwaigen Gefolge sind in eine größere Gruppe vereint, mehrere solcher Gruppen in noch größere, und diese dann zu jenem prachtvollen und kolossalen *System von Sonnen*, welches wir *Milchstraße* nennen. Zu beiden Seiten der Milchstraße nimmt man *Tausende* sogen. *Nebelflecken* in Form leuchtender Wölkchen wahr, welche bald unregelmäßig von Gestalt, bald scheiben-, linsen-, kugelförmig sind, theilweise ebenfalls wieder ähnliche Sternsysteme sind, die alle zusammen ein für uns nicht mehr erkennbares größeres Ganzes darstellen mögen. Sie lassen sich zum Theil in Sterne auflösen, wie z. B. der auf S. 70 abgebildete im Sternbild des Herkules; zum Theil trotzen sie aller Kraft der Teleskope. Es gibt unter ihnen einige, die sich eben so darstellen, wie unsere Milchstraße in einer gewissen Entfernung sich darstellen würde, z. B. der hier abgebildete in $13^0\ 22'$ AR, $41^0\ 56'$ PD.

149. Sind die Maße und Zeiten des Planetensystems für menschliche Verhältnisse schon gewaltig genug, so wird durch die des Milchstraßensystems und vollends noch der Nebelflecken die kühnste Phantasie überflügelt. *Das Sphärenuniversum ist die in Majestät und wundervoller Herrlichkeit überwältigendste Erscheinung*, gegen welche alles Irdische sich als unbedeutend darstellt. Das Begreifen dieser Erscheinung allein hat den menschlichen Geist, ihn erhebend über die beschränkten Vorstellungen der Alten, mächtiger gefördert, als eine ganze Reihe nur materiellen Interessen dienender Erfindungen oder theoretischer Spekulationen.

150. *Alle* himmlischen Körper sind *bewegt*; ein Weltkörper ohne Bewegung ist so undenkbar als ein Organismus ohne alle Veränderung. Diese Bewegungen sind um so *einfacher*, je *höhern* Ranges, um so *verwickelter*, je untergeordneter die Körper sind. Während unsere Sonne sich in einer einfachen Bahn, *vielleicht* um eine Centralsonne durch den Raum bewegt, müssen die Planeten außer der Bewegung um den Hauptkörper demselben zugleich auf seiner Bahn folgen, und die Monde zudem noch um ihre Planeten laufen, wodurch verschlungene Bahnen entstehen. Die Doppel- und vielfachen Sterne bewegen sich um zwischen ihnen liegende, ideale Mittelpunkte. Alle Weltkörper (*vielleicht* die Kometen ausgenommen) scheinen außer ihrer Bahnbewegung auch noch eine um ihre Axe zu haben; in dieser ist ihre Beziehung auf sich selbst, in der Bahnbewegung die Beziehung zum Centralkörper und Abhängigkeit von demselben ausgedrückt. Der *letzte* Grund aller dieser Bewegungen ist das *Leben der Welt* selbst, wenn schon im Einzelnen Mit-

Digitized by Google

telursachen und im Ganzen gewisse Gesetze, z. B. das der Schwere, nachweisbar sind. So ist auch im organischen Leibe z. B. der Blutkreislauf in seinem letzten Grunde ein Ergebniß des Lebens, wenn auch die Vermittlung durch den Gegensatz der Organe, z. B. der Lunge und des Körpers, gegeben ist. — Jeder Weltkörper hat von seiner Entstehung her den Bewegungsimpuls in sich und diese Bewegung muß unaufhörlich fortdauern, so lange nicht ein äußeres Hinderniß ihr ein Ende macht, ein Weltkörper etwa von einem übermächtigen angezogen auf diesen stürzt. Die Bewegung ist um so schneller, je mächtiger der ursprüngliche Impuls war und je kleiner die Masse, auf die er wirkte. Die einmal erhaltene Stellung der Polaraxe wird unveränderlich beibehalten.

151. Das Sphärenuniversum stellt uns die Unendlichkeit im Großen, in den kolossalsten Formen und Räumen dar. Man hat die Zahl der Sonnen unserer Milchstraße allein auf 20 Millionen, die Gesammtzahl aller auf ½ Billion geschätzt, wahrscheinlicher ist ihre Zahl unendlich, wie Raum und Zeit es sind. So wunderbar tief und reich ist aber die Welt, daß sie auch in der Richtung nach dem Kleinen die gleiche Unendlichkeit darstellt; die unbegrenzte Zahl der Weltkörper hat ein Gegenbild in der eben so unbegrenzten Zahl der organischen Wesen schon unserer Erde und sogar in noch weiterer mikrokosmischer Beschränkung in der unzählbaren Menge der Elementartheilchen auch nur eines einzigen höhern Organismus, z. B. eines Menschenleibes; hat man doch die Zahl der Lungenzellen allein auf 1800 Millionen berechnet, die Zahl der Blutkörperchen ist noch vielmal größer. So wiederholen sich Verhältnisse des größten Raumes und der längsten Zeit im Kleinen und schnell Vergänglichen.

---

152. Wie bereits bemerkt, entsteht durch die Bewegung der Erde von West nach Ost um ihre Axe der Schein, als wenn Sterne, Sonne und Mond sich täglich um sie in umgekehrter Richtung, von Ost nach West bewegten, im Osten aufgingen, dann kulminirten (den Meridian, d. h. jenen größten Kreis am Himmel passirten, welcher durch den Scheitelpunkt des Beobachters und die Himmelspole geht und also auf Aequator und Horizont senkrecht steht), dann im Westen untergingen. Alle Körper auf der Erde sind nämlich durch deren überwiegenden Schwerezug an sie gebunden; der Umfang der Erde ist in Vergleich zu den auf ihr befindlichen Wesen außerordentlich groß (weßhalb wir überall eine vom Horizont begrenzte Scheibenfläche wahrzunehmen glauben, *)

*) Selbst von 10,000′ hohen Bergen sieht man nur $^1/_{4000}$ der Erdoberfläche, daher wieder ein Kugelstück; in 25,000′ Höhe beträgt der Halbmesser des Gesichtskreises 43 deutsche Meilen. Die Kugelgestalt der Erde ist übrigens durch die Art des Sichtbarwerdens oder Verschwindens von Gegenständen bei Annäherung oder Entfernung, durch die Reisen um die Erde, die Gestalt des Erdschattens bei Mondsfinsternissen, die runde Gestalt anderer Himmelskörper, deren Axendrehung wir auch sehen u. s. w., unwidersprechlich erwiesen.

Digitized by Google

und die Bewegung um die Axe sowohl als die im Raume fortrückende, ist so gleichmäßig und sanft, daß die Erde für uns still zu stehen scheint; belehrt uns ja auch nur die nähere Untersuchung auf einem Schiffe, namentlich einem sehr großen, daß dieses, nicht die Gegenstände der Küste sich bewegen. Eine andere optische Täuschung, durch die Kugelgestalt der Erde entstehend, ist die, daß der Himmel sich in Kugelgestalt über der Erde wölbe, während in Wahrheit nach allen Richtungen hinaus der unbegrenzte Raum mit seinen Myriaden Welten sich ausbreitet.

153. Dieser Schein einer Himmelshohlkugel, an deren innerer Fläche die Sterne befestigt seyen, wird aber von uns zur Orientirung benützt, um wenn auch nicht die absolute Stellung der Sterne (weil uns die Entfernung der allermeisten unbekannt ist), doch ihre relative zu bestimmen. Wir denken uns nämlich die Polaraxe der Erde nach dem Himmel verlängert und nennen die Punkte, auf welchen deren verlängerte Enden treffen würden, die Pole der Himmelskugel, Himmelspole, und die von einem Himmelspol (durch die Erdpole hindurch) zum andern reichende Linie Himmelsaxe. (Der Nordpol fällt gegenwärtig mit dem Stern a im kleinen Bären zusammen, welchen wir deßhalb Polarstern nennen; an dem bei uns nicht sichtbaren Südpol findet sich kein bedeutenderer Stern.) Durch die Mitte der Himmelskugel senkrecht auf ihre Axe denken wir uns eine Ebene gelegt, deren Umfang einen großen Kreis, den Himmelsäquator bildet, welcher die Himmelskugel in eine Nord- und Südhälfte theilt. Wir nehmen ferner Bogenlinien an, welche, von jedem Stern senkrecht auf den Himmelsäquator gezogen, zugleich um die Pole laufen, so daß hiedurch Kreise entstehen, welche Stunden- oder Deklinationskreise heißen; Stundenkreise, weil sie sich in jeder Stunde um 15° drehen, (ein Kreis wird bekanntlich in der Geometrie in 360 Grade getheilt und da in 24 Stunden scheinbar sich der ganze Sternhimmel um die Erde dreht, so wird in einer Stunde der 24ste Theil des Kreises, also 15 Grad zurückgelegt); Deklinationskreise nennt man sie, weil man an ihnen die Deklination, d. h. die Abweichung oder den Bogenabstand eines Sternes vom Himmelsäquator mißt, so wie man die geographische eines Orts, d. h. seinen nördlichen oder südlichen Abstand vom Aequator, angibt. Ist der nördliche Bogenabstand eines Sternes vom Aequator z. B. 24°, so sagt man der Stern habe eine Deklination von 24°, abgekürzt D = + 24°. Bei südlicher Deklination bleibt das Zeichen + weg; D = 32° 12′ heißt, der Stern habe eine südliche Deklination von 32° 12′.

154. Die Lage der Deklinationskreise wird nach der Eintheilung des Himmelsäquators bestimmt. Wie man auf der Erde (willkürlich) die Lage der Meridiane dadurch bestimmt, daß man einen ersten Meridian, z. B. den von Ferro annimmt und die Lage der andern) hiemit die geographische Länge) nach ihrem Abstand von jenem ersten Meridian in Graden des Erdäquators angibt, so nimmt man auch auf dem Himmelsäquator einen festen Punkt an und theilt von diesem aus den Aequator, das Auge im Mittelpunkt

Digitized by Google

der Himmelskugel gedacht, das Gesicht gegen Süden gewendet, von der Rechten zur Linken in 360°, jeden Grad wie gewöhnlich in 60 Minuten, jede Minute in 10 Sekunden. Jener willkürlich festgesetzte Punkt ist aber der, in welchem sich die Sonne im Augenblick des Frühlingsanfangs, 21. März, befindet, der sogen. Aequinoktialpunkt, Nachtgleichenpunkt (weil Tag und Nacht ungleich lang sind) oder Widderpunkt (weil die Sonne vor etwa 2000 Jahren um diese Zeit im Sternbild des Widders stand). Die verschiedenen Bogenlängen auf dem Aequator von diesem Punkte angefangen, nennt man Rektascensionen, gerade Aufsteigungen. Ist der Deklinationskreis eines Sterns da, wo er den Himmelsäquator schneidet, vom Frühlingspunkt 20°, 50°, 70° entfernt, so sagt man, der Stern habe eine gerade Aufsteigung von 20°, 50°, 70° abgekürzt AR (Ascensio recta) 20°, 50°, 70° etc. Man sieht leicht, daß durch die Deklination und gerade Aufsteigung die Lage eines Sterns auf der Himmelskugel so bestimmt wird, wie die Lage eines Ortes auf der Erde durch dessen geographische Breite und Länge.

155. Die Sonne scheint aber nicht bloß täglich im Osten aufzugehen, um 12 Uhr den Meridian, Mittagskreis zu passiren, dann im Westen unterzugehen, sondern auch unter den Sternen Tag für Tag von W. nach O. fortzurücken, indem sie am Westhimmel einen Stern des sogen. Thierkreises nach dem andern einholt, wobei die Sterne, die am Westhimmel in den Sonnenstrahlen verschwinden, nach einigen Tagen wieder am Osthimmel vor der Sonne aufsteigen, und die Planeten scheinen sich in Schlangenlinien zu bewegen. Nach einem Jahre kommt die Sonne wieder bei denselben Fixsternen an und scheint sonach einen Umlauf um die ganze Erde gemacht zu haben, während in Wahrheit letztere einen Jahreslauf um die Sonne gemacht hat. Fiele die scheinbare Sonnenbahn mit der Aequatorebene der Erde zusammen, so müßte die Sonne für irgend einen Ort immer am gleichen Punkte auf- oder untergehen und Tag und Nacht immer gleich lang seyn. So aber befindet sich die Sonne nur am 21. März und 21. September im Aequator, und man nennt die beiden entgegengesetzten Punkte, welche sie dann einnimmt, die Nachtgleichenpunkte, Aequinoktien; andere, vom Aequator 90° entfernte Punkte, in welchen die Sonne am 21. Juni und 21. December steht, heißen die Solstitial- oder Wendepunkte, weil bei ihnen nach einem scheinbaren momentanen Stillstand die Sonne vom höchsten Stand über — oder vom tiefsten unter der Aequatorebene wieder zurückkehrt. Diese Erscheinungen entstehen dadurch, daß die Polaraxe der Erde nicht senkrecht auf ihrer Bahnebene steht, sondern unter einem Winkel von 23° gegen sie geneigt ist; daher scheint die Sonne einen größten Kreis am Himmel zu beschreiben, der Ekliptik heißt und zum Aequator um 23° geneigt ist. Die Ekliptik, wobei die Sonne durch die 12 Sternbilder des sogen. Thierkreises, Zodiakus, (Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische) zu gehen scheint, während sie im Verhältniß zur Erde doch am gleichen Punkte des Himmels, aber nach der verschiedenen

Digitized by Google

Stellung, die wir im Laufe des Jahres zur Sonne einnehmen, *) bei verschiedenen Sternen gesehen wird, ist also nicht die Sonnenbahn, sondern die Bahn, welche die Erde um die Sonne zurücklegt.

156. Die *scheinbare* Unregelmäßigkeit der Bewegung der Planeten, wobei sie schneller oder langsamer fortrücken, sich dem Aequator nähern oder von ihm entfernen, öfters stillstehen, *stationär*, ja sogar rückläufig werden, von Ost nach West sich bewegen u. s. w., rühren nur von *unserm* Standpunkte, der gleichzeitigen Bewegung der Erde, der verschiedenen Schnelligkeit der Planeten u. s. w. her. *Synodischer* Umlauf ist die Zeit, welche von einer scheinbaren Zurückkunft eines Planeten zur Sonne bis zur andern verfließt, *siderischer* die wahre Zeit des Umlaufs eines Planeten um die Sonne. *Konjunktion* eines Planeten tritt ein, wenn er, von der Erde aus, bei der Sonne gesehen wird, — *Opposition*, wenn er, von der Erde gesehen, der Sonne gerade gegenüber steht. Die Planeten und Kometen bewegen sich in *elliptischen* Bahnen um die Sonne; *Perihelium*, Sonnennähe, ist jener Punkt der Bahn, welcher dem Brennpunkt der Ellipse, in dem die Sonne steht, am nächsten ist, *Aphelium*, Sonnenferne, der andere von der Sonne fernere Endpunkt der großen Axe der Ellipse.

157. Von der *Bewegung* der Weltkörper war schon §. 19 die Rede. So weit man das Universum erforscht hat, fand sich überall das *Gesetz der Schwere* bestätigt, wenn auch das *Wesen* derselben uns noch ganz unbekannt ist. Vermöge dieses Gesetzes ziehen sich alle Körper im direkten Verhältniß ihrer Masse und im umgekehrten des Quadrats ihrer Entfernung an; in unserem Sonnensysteme sind die Bewegungen vorzüglich durch den überwiegenden Schwerezug der Sonne bestimmt; in den Systemen der Doppelsterne bewegen sich Sonnen um zwischen ihnen liegende Schwerpunkte. Anziehungskraft, Licht, Wärme, überhaupt jede in *gerader* Linie wirkende oder sich fortpflanzende Kraft, muß im *Quadrat der Entfernung* abnehmen. Die Anziehungskraft durchdringt Alles; der Mond wird eben so stark von der Sonne angezogen, ob die Erde zwischen Mond und Sonne steht oder nicht. — Vermöge ihrer gegenseitigen Anziehung stören die Körper unseres Sonnensystems sich in ihrer Bewegung; diese Störungen, *Perturbationen*, sind aber wegen der überwiegenden Anziehungskraft der Sonne nur unbedeutend; am größten noch, wo 2 Planeten auf derselben Seite zusammentreffen, in *Konjunktion* kommen. Die größtmöglichen Störungen vermögen die Entfernung eines Planeten von der Sonne noch nicht um $^1/_{250}$ zu ändern. Alle gleichen sich in kürzeren oder längeren Perioden aus, um dann wieder von vorn zu beginnen, so daß eine wahrhafte Aenderung in den gegenseitigen Verhältnissen der Planeten durch sie nicht entstehen kann. (Nur für die Asteroiden ist dieser Grundsatz

*) Man stelle sich in der Mitte eines großen, runden freien Platzes einen Thurm vor; der Platz sei rings von 12 verschieden geformten Häusergruppen umgeben. Geht nun Jemand in einiger Entfernung um den Thurm herum, so wird er diesen hiebei allmälig vor den 12 Häusergruppen stehen sehen.

Digitized by Google

wegen der sich häufenden Schwierigkeiten noch nicht erwiesen.) Durch die Störungen wird nicht nur die Bewegung der Planeten ungleichförmig, sondern auch die Lage ihrer Bahnen gegen den Sonnenäquator wird Schwankungen unterworfen und zugleich werden die Bahnen nach und nach um die Sonne gedreht, so daß im Laufe der Zeit, bei kleineren Planeten jedoch in weniger als 20,000 Jahren, der Punkt der Sonnennähe den ganzen Umkreis durchläuft. Diese größeren Perturbationen begreift man unter dem Namen Säkularänderungen.

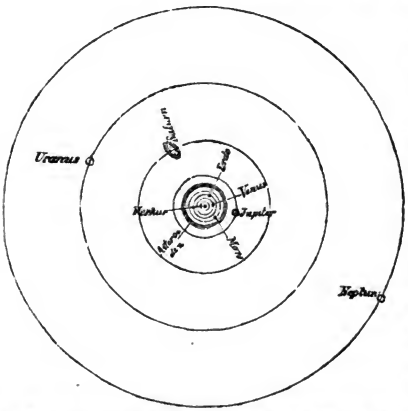
158. Kommen zwei Körper unseres Sonnensystems, wenn sie um die Durchschnittspunkte ihrer Bahnen sind, in eine Linie mit der Sonne zu stehen, so entstehen Verfinsterungen, Finsternisse, wenn die beiden Körper in einem bestimmten Nähen- und Größenverhältniß sind. Es können sich daher wegen ihrer bedeutenden Entfernung von einander nicht Hauptplaneten, sondern nur Haupt- und Nebenplaneten gegenseitig verfinstern. So reicht der Kernschatten der Erde weit über die Mondsbahn hinaus und der Mond kann nach seiner Stellung total oder nur partial verfinstert werden. Daß der verfinsterte Mond fast immer röthlich erscheint, kommt von dem gebrochenen Licht, welches unsere Atmosphäre in den Kernschatten hineinwirft. (Bei der Verfinsterung wirkt aber auch ein Theil des Halbschattens mit.) Auch die Jupiter-, Saturnus-, Uranus- und Neptunsmonde werden von ihren Hauptplaneten verfinstert und erregen Finsternisse auf denselben; die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten benützen die Seefahrer zur Bestimmung der geographischen Länge. Unser Mond erregt Verfinsterungen auf der Erde, gewöhnlich Sonnenfinsternisse genannt (weil die Sonne für uns, natürlich nicht an sich verfinstert wird), welche schon im Alterthum mit größtem Interesse beobachtet wurden. Nur selten bedeckt uns der Mond die Sonne vollkommen (sogen. totale Sonnenfinsterniß, welche für einen Ort nie über 8 Minuten währen kann), oder läßt nur einen schmalen Ring übrig (ringförmige S., sie tritt ein, wenn der Mond entfernter ist, und währt höchstens 12 Minuten), — meistens wird nur ein Theil der Sonne bedeckt (partiale S.). Eine Sonnenfinsterniß überhaupt kann nie über $4\frac{1}{2}$ Stunden währen. Total oder ringförmig verfinstert wird die Sonne immer nur auf einem schmalen Streif der Erde gesehen, links und rechts von diesem partial. Bei diesen Verfinsterungen zeigen sich mancherlei auf Beugung und Brechung des Lichtes beruhende merkwürdige Erscheinungen, ein heller Farbenkranz um den Mond (corona), violette Färbung seiner Randtheile, eine kugelförmige Lichthülle um die Sonne, Lichtpunkte bei Bildung und Brechung des Ringes, rothe, flammenartige Vorsprünge am Mondrande. Totale Sonnenfinsternisse erregen bei Menschen und Thieren unheimliche und bange Gefühle.

159. Gehen Merkur und Venus gerade zwischen Erde und Sonne durch, (Durchgänge dieser Art treffen sehr selten ein,) so sehen wir sie als schwarze Punkte über die Sonnenscheibe ziehen. Für die Astronomen sind nur die Venusdurchgänge hochwichtig, weil (abgesehen von merkwürdigen optischen Erscheinungen) aus ihnen die Entfernung der Sonne von der Erde sicher abgeleitet

Digitized by Google

werden kann, wenn der Durchgang an weit von einander liegenden Orten beobachtet wird. Aus dem Unterschiede der Stellung nämlich, welche Venus dann auf der Oberfläche der Sonne zeigt, in Verbindung mit der Distanz der Beobachtungsorte, berechnet man die Entfernung der Venus, und aus dieser die Entfernung der Sonne. Man trifft daher zu Beobachtung von Venusdurchgängen, welche in jedem Jahrhundert höchstens zweimal eintreten, die bedeutendsten Vorkehrungen. — Bedeckungen der größeren Sterne durch den Mond (bei welchem manchmal auch interessante optische Phänomene wahrgenommen werden), benützt man zu Bestimmungen der geographischen Länge.

Unsere Sonne und ihr System.



160. Unter den unzählbaren Sonnen der Milchstraße befindet sich die unsrige, mit einer Anzahl von ihr abhängiger Körper ein eigenes kleines System bildend. Die Sonne ist ein Weltkörper erhabenster Art mit dem Urgegensatz von Schwere und Licht, Aether und Materie; thou Sun, of this great world both eye and soul! *) sagt der englische Dichter Milton. — Man weiß in Kürze Folgendes über ihren Bau. Ein dunkler Kern wird von einer zweifachen Wolkenhohlkugel bedeckt; die innere leuchtet matt, die äußere (sogen. Photosphäre, Lichthohlkugel) mit ungemeiner Intensität, von dieser rührt jener blendende, strahlende Glanz her. Sie besteht aus einer unzähligen Menge kleiner Massen, wie die Wolkendecke der Erde, welche öfter Lücken zwischen sich lassen, wodurch die Sonnenflecken entstehen, oder an anderen Stellen sich über einander schieben, hier die noch heller leuchtenden sogen. Sonnenfackeln bildend. Der Kern liegt etwa 400 Meilen unter der Lichthohlkugel; wenn das leuchtende Gewölke derselben in Folge der heftigen Bewegungen, welche unaufhörlich in ihm stattfinden (wodurch die Photosphäre im Fernrohr einem wallenden Feuermeer gleicht), zerreißt, so sieht man unter ihm die minder helle Wolkenhohlkugel, — zerreißt auch diese, Theile des dunkeln Kerns als tiefschwarze Flecken, gewöhnlich von einem grauen Hofe umgeben, welcher von der innern Hülle herrührt. Diese Flecken wurden gleich nach Erfindung der Fernröhre entdeckt (1610); sie entstehen und vergehen ganz

*) Du Sonne, beides, Licht und Auge dieser großen Welt!

Digitized by Google

unregelmäßig, bilden sich fast immer nur in 2 Zonen, nördlich und südlich vom Aequator der Sonne, fast nie an diesem selbst, und dauern nur wenige Tage bis über 1 Monat. Ob sie Einfluß auf die Witterung der Erde ausüben, ist noch unbekannt. Wahrscheinlich ist die eine Sonnenhälfte etwas lichtschwächer und fleckenreicher, als die andere, — ein Verhältniß, welches bei gewissen veränderlichen Sternen in viel höherem Grade hervortreten mag.

161. Aus lange dauernden Sonnenflecken konnte man die Rotationszeit der Sonne bestimmen. Solche, am östlichen Sonnenrande verschwindend, kommen nach etwas mehr als 27 Tagen am westlichen wieder zum Vorschein; in dieser Zeit hat aber die Erde eine bedeutende Strecke in ihrer Bahnbewegung zurückgelegt, so daß etwa zwei Tage abgezogen werden müssen, weßhalb 25 Tage über einer Axendrehung der Sonne verfließen.

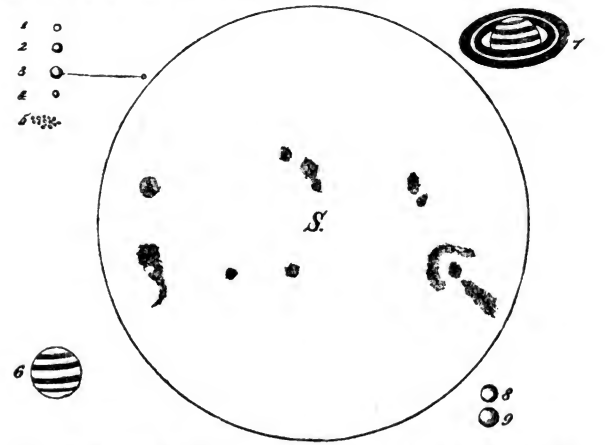
162. Der Durchmesser der Sonne beträgt 96,258 Meilen, eine Linie von solcher Ausdehnung, daß, wäre die Sonne hohl und befände sich die Erde in ihrem Mittelpunkte, der Mond in fast doppelter Entfernung um sie kreisen könnte, ohne ihren Rand zu berühren. Die Dichtigkeit ist $1\frac{1}{4}$, das Wasser $= 1$ gesetzt. Aus diesen Bestimmungen ergibt sich, daß die Sonne an Raumausdehnung (Volumen) alle Planeten zusammengenommen 630, an Masse 775mal übertrifft, so daß sie alle in dieser Rücksicht als eine höchst unbedeutende Zugabe erscheinen. Diese ungeheure Masse bewirkt eine so intensive Schwerkraft, daß die Körper auf der Sonne in der ersten Sekunde 427 Fuß fallen.

163. Die Polaraxe der Sonne ist um $7\frac{1}{4}^0$ gegen die Erdbahn geneigt; die Abplattung an den Polen ist in Folge ihrer langsamen Axendrehung sehr gering. Man hat gefunden, daß die Sonnenmitte immer mehr Licht und Wärme gibt, als die Ränder, vielleicht weil die Photosphäre noch von einer dritten, nicht leuchtenden Hülle umgeben ist, welche das durchgehende Licht schwächt und zwar an den Rändern, wo die zu durchdringende Schicht höher ist, mehr als in der Mitte. Daher ist auch am Rande das Sonnenbild röthlich, was man mit unseren rothen Wolken bei Sonnenuntergang verglichen hat, Das Licht der Sonne nimmt im Quadrate ihrer Entfernung ab; Mars hat kaum noch halb so viel als die Erde und auf Uranus und Neptun würden wir die Sonne nur noch als funkelnden Stern wahrnehmen, ohne Durchmesser für das unbewaffnete Auge.

164. Auf welche Weise die unermeßliche Lichtentwickelung, welche die Sonne seit unbekannten Jahrtausenden spendet und wodurch sie zur Vermittlerin alles organischen Lebens wird, zu Stande kömmt, ist unbekannt. Laplace nahm an, daß die Sonne unaufhörlich jenes unendlich feine Fluidum, den Aether, aus dem Weltraum anziehe und als Licht wieder ausstrahle. Kant dachte sich die Sonne als wirklich brennenden Körper, dessen Feuer durch einstürzende Kometen und Meteormassen genährt würde, eine Vorstellung, die auch in neuester Zeit wieder auftauchte und näher ausgeführt wurde. Littrow und Andere nehmen mit größerer Wahrscheinlichkeit an, daß das Licht der Sonne elektrisch sei; man kann denken, daß jener magneto-elektrische Prozeß, welcher auf der Erde die Polarlichter erzeugt, auf der Sonne in unermeßlicher Energie

Digitized by Google

vor sich gehe. Das Gewisse ist, daß uns, Bewohner eines dunkeln Körpers, eines Planeten, die Einsicht und der rechte Begriff von der Natur einer Sonne, eines selbstleuchtenden Weltkörpers, fehle, und daß wir von der Art, der Größe und Herrlichkeit eines solchen nur unzureichende, nach Analogieen unserer Wohnstätte gebildete Begriffe haben können. — So lange die Sonne schärfer beobachtet wird, hat man in ihrer Größe und Lichtstärke keine Veränderung gefunden; nichtsdestoweniger wurde zur Erklärung der höhern Temperatur, welche in ferner Urzeit auf der Erde geherrscht hat, schon angenommen, daß die Sonne zu den Fixsternen mit abnehmendem Lichte gehöre, wie z. B. η Argus, und in früherer Zeit mehr Licht und Wärme gespendet habe, als jetzt. *) Beistehende Figur stellt die relativen Größen der (mit Fleckengruppen gezeichneten) Sonne und der Planeten dar. 1) Merkur, 2) Venus, 3) Erde, mit Mond, 4) Mars, 5) Asteroiden, 6) Jupiter, 7) Saturn, 8) Uranus, 9) Neptun.



165. Eine zweite Klasse von Weltkörpern unseres Systems sind die Planeten, dunkle Sphäroide, in elliptischen Bahnen um die Sonne und zugleich um die eigene Axe sich bewegend, zum Theil mit Monden um sich und so

*) Das sogen. Zodiakallicht, Thierkreislicht, einen hellen Streifen, der bei uns vom Februar bis April Abends am Westhimmel, Morgens am Osthimmel in Kegelgestalt bis zum Scheitelpunkt hinaufreicht, und in der heißen Zone viel glänzender ist, leiten Einige von einer sehr abgeplatteten Dunsthülle der Sonne, Andere von einem flachen Dunstring zwischen der Venus- und Marsbahn her. Lamont hingegen will es den Kometenschweifen vergleichen; diese betrachtet er aber als eigentlich nicht zu den Kometen gehörig, sondern das, was an ihnen leuchte, gehöre dem Weltraum an, entzünde sich blos am Kometen und fliege von der Sonne weg. Eine ähnliche Lichtentwickelung möchte an den Planeten, beziehungsweise also an unserer Erde, das Zodiakallicht sein.

Digitized by Google

Partialsysteme darstellend. Die Bahnen besonders der älteren Planeten weichen von einem Kreise so wenig ab, daß man den Unterschied in einer mäßig großen Zeichnung gar nicht ausdrücken kann. Vermöge ihrer gegenseitigen Anziehung stören sich die Planeten unter einander, aber diese Bewegungsstörungen, Perturbationen, sind wegen der überwiegenden Anziehungskraft der Sonne nur unbedeutend. Man kann unter ihnen drei Ordnungen unterscheiden, 1) sonnennähere, dichte, mäßig große, 2) intermediäre, zwerghaft kleine, und 3) sonnenferne, große, von geringer Dichtigkeit.

166. Die Planeten der ersten Ordnung sind: Merkur, Venus, Erde, Mars. Ihre Entfernung von der Sonne erreicht nur etwa den 20sten Theil des Halbmessers des ganzen jetzt bekannten Planetensystems; sie bewegen sich sämmtlich binnen etwa 24 Stunden um ihre Axen, erreichen an Masse höchstens $^1/_{355,000}$ der Sonne, sind 3—9mal dichter, als das Wasser, ihre Gestalt weicht wenig von der der Kugel ab, ihre Bahngeschwindigkeit steigt bis auf $6,_7$ Meilen in der Sekunde und ihr Jahr beträgt höchstens $687\,^1/_4$ Erdentage. In ihnen waltet die metallische Beschaffenheit und der magnetische Charakter vor.

167. Merkur ist der erste dieser Gruppe, der sonnennächste Planet. Sein Durchmesser beträgt 671 Meilen, seine Dichtigkeit kommt etwa der des Kupfers gleich, übertrifft nämlich die des Wassers 9mal; seine Umlaufszeit erfolgt in nicht ganz 88 Erdentagen, seine Axendrehung wahrscheinlich in nahe 24 Stunden, ist aber um so schwerer zu bestimmen, als seine Nähe bei der Sonne die Betrachtung seiner Oberfläche sehr erschwert. Scheinbarer Durchmesser $6''_{,7}$, Volumen 60, das der Erde (wie bei allen folgenden) = 1000 gesetzt, Masse $0,_{493}$, die Sonnenmasse (wie bei allen übrigen) = 1,000,000 gesetzt, Schwere an der Oberfläche 1, 15 (die der Erde wie bei den folgenden = 1 gedacht), Licht und Wärme $6,_{67}$ mit der = 1 gesetzten der Erde verglichen. Wegen der großen Excentricität seiner Bahn wechselt seine Entfernung von der Sonne von $6\,^1/_4$ bis 10 Millionen Meilen; die mittlere beträgt sonach nahe an 8 Millionen M. In seiner Sonnennähe empfängt Merkur 11mal, in seiner Sonnenferne 5mal mehr Licht, als die Erde. Die Entfernung von der Erde wechselt von 11—30 Millionen Meilen. Merkur erscheint immer ganz kurze Zeit in der Nähe der aufgehenden und untergehenden Sonne, ist daher schwierig zu beobachten, weßhalb auch über seine Oberfläche nichts Bestimmtes ausgemittelt ist. Sein Licht ist stark funkelnd.

168. Venus ist der zweitnächste Planet an der Sonne, der schönste und glänzendste Himmelskörper nach Sonne und Mond. Das Licht des Sirius ist nach Fraunhofer bedeutend schwächer, als die Erleuchtung der vollen Venus; die feinen Striche in seinem prismatischen Spektrum sind viel weniger intensiv. Venus hat unter allen Planeten die am wenigsten vom Kreise abweichende Bahn; ihre mittlere Entfernung beträgt nahe an 15 Millionen Meilen, und die größte und kleinste sind wegen der geringen Excentricität kaum um 200,000 Meilen verschieden. Ihr Jahr beträgt nicht ganz 225 Erdentage, ihre Entfernung von der Erde wechselt von $5\,^1/_4$ bis 36 Millionen Meilen, der scheinbare Durchmesser daher von 64'' bis $9''_{,3}$. Der wahre Durchmesser beträgt 1717 Meilen, fast eben so viel als der der Erde, die Abplattung ist unbekannt, jedenfalls sehr gering.

Digitized by Google

Venus kann als unterer Planet eben so wenig in Opposition mit der Sonne treten als Merkur, sich aber doch schon bis auf 48° von ihr entfernen, weßhalb sie auch wohl 3 Stunden vor Auf- und nach Untergang der Sonne sichtbar seyn kann. Venus heißt schon seit dem Alterthum Morgen- und Abendstern, Lucifer und Hesperus. Sie überstrahlt an Glanz alle Fixsterne und wird daher manchmal auch am Tage gesehen. Dieser starke Glanz erschwert ihre Beobachtung im Fernrohr; Flecken auf ihr sind schwer wahrzunehmen, ja ganz problematisch, daher die Rotationszeit noch immer nicht ganz genau bekannt; Cassini gab sie zu 23 Stunden 15 Minuten an. Die Lichtgränze soll ein fein gezähneltes Ansehen haben, was auf bedeutende Gebirge deuten würde; andere Anzeichen lassen auf eine obschon dünne Atmosphäre schließen. Merkwürdig ist immerhin, daß wir so wenig über die Oberfläche der Venus wissen; sie muß sehr gleichförmig oder von einer sehr gleichartigen Atmosphäre bedeckt seyn; die Länder und Meere der Erde würden von der Venus aus als verschiedenfarbige Flecken deutlich zu erkennen seyn. Sehr selten leuchtet der dunkle Theil der Venus in aschfarbenem Lichte, welches man von eigenthümlicher Phosphorescenz herleiten will. Venus ist rücksichtlich der Größen- und Massenverhältnisse der am meisten der Erde ähnliche Planet; seine Masse nur um $^1/_{500}$ größer als die der Erde, und weil auch der Durchmesser fast gleich ist, so ergibt sich auch fast gleiche Dichtigkeit und Fallgeschwindigkeit der Körper auf beiden.

169. Auf Venus folgt als dritter Planet die Erde. Durchmesser im Aequator 1719, an den Polen etwas über 1713 Meilen, Abplattung daher $^1/_{300}$. Volumen $^1/_{1,407,124}$, Masse $^1/_{358,536}$ von der Sonne. Rotationszeit 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden mittlere Sonnenzeit oder 24 Stunden Sternzeit. Mittlere Entfernung von der Sonne 20,666,800 Meilen (12,038 Erddurchmesser), die wahre wechselt von 20,577,649 bis 20,755,943 Meilen. Siderische (unveränderliche) Umlaufszeit um die Sonne 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten und fast 11 Sekunden; tropische (Sonnenjahr) jetzt 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten $47^1/_2$ Sekunden. Die Erde legt in ihrer Bahnbewegung im Mittel täglich 355,884 Meilen zurück. Gegenwärtig währt der Winter der nördlichen Halbkugel 89 Tage 1 Stunde, der Frühling 92 Tage 22 Stunden, der Sommer 93 Tage 14 Stunden, der Herbst 89 Tage 17 Stunden. Die ungleiche Länge der Jahreszeiten ist eine Folge der elliptischen Gestalt der Bahn. Fall der Körper in der ersten Sekunde 15′. Winkel der Erdaxe gegen die Ekliptik $66^1/_2{}^0$; die Axe ist gegen den Hauptstern des kleinen Bären gerichtet, dieser deßhalb für unsere Zeit Polarstern. Die Ebene der Bahn um die Sonne bildet mit dem Aequator einen Winkel von $23^1/_2{}^0$. Mittlere Dichtigkeit $5^2/_3$, der äußersten Rinde $2^3/_4$, woraus also für den Kern eine viel beträchtlichere Dichtigkeit, wohl wie die des Eisens, folgt. Die Temperatur der Erde wächst nach der Tiefe um 1° auf je 100′. Das Land nimmt etwa $0{,}_{28}$, das Wasser $0{,}_{72}$ der ganzen Oberfläche ein; letzteres erfährt durch den Schwerezug des Mondes und (viel weniger) auch der Sonne Ebbe und Fluth.

170. Der nächste Planet außer der Erdbahn, der erste der sog. oberen

Digitized by Google

Planeten, ist Mars. Mittlere Entfernung von der Sonne nahe 32 Millionen Meilen, die wahre wechselt wegen bedeutender Excentricität seiner Bahn von 29—35 Millionen Meilen, die Entfernungen von der Erde von $7\frac{3}{4}$ bis 55 Millionen Meilen. Neigung der Bahn gegen die Ekliptik $1^0\ 51'\ 4,''_7$. Masse $^1/_{2,680,337}$ der Sonnenmasse; der scheinbare Durchmesser ändert von $3,''_3$ bis $23''$, der wahre beträgt 892 Meilen. Die Dichtigkeit verhält sich zu der der Erde wie 948 zu 1000; Fallgeschwindigkeit und Schwere der Körper ist auf Mars halb so groß als bei uns. Seine Erleuchtung durch die Sonne beträgt nach seiner Entfernung $0,_{36}$ bis $0,_{52}$ die der Erde gleich 1 gesetzt. Als oberer Planet kann Mars keine wechselnden Lichtgestalten zeigen, wie der Mond, Merkur, Venus, sondern erscheint immer mehr als halb erleuchtet. Licht ziemlich stark, roth, (letzteres wohl in Folge seiner atmosphärischen Beschaffenheit), Fernröhre zeigen Flecken auf ihm, unter welchen besonders 2 nach den Jahreszeiten an Größe ändernde weiße Polarflecken sich auszeichnen, die man für Schneeflecken hält (mit dunkleren Flecken, auf Gegenden deutend, wo der Schnee eben wegschmolz, während andere sich auf den Gegensatz von Meer und Land zu beziehen scheinen, wie überhaupt in substanzieller Rücksicht, so wie in Vertheilung von Nacht und Tag und den Jahreszeiten Mars der der Erde ähnlichste Planet seyn dürfte). Rotationszeit 24 Stunden $37\frac{1}{3}$ Minuten. Länge seines Jahres nahe 687 Erdentage.

171. Eine zweite Ordnung begreift die immer sich vermehrenden kleinen Planeten, deren Entdeckung allein dem 19. Jahrhundert angehört. Ihre Bahnen sind stark geneigt, sehr excentrisch, in einander verschlungen; sie haben nahe gleiche Umlaufszeit, ihre Bewegung erleidet große Störungen. Die vier ersten, welche 1801—7 entdeckt wurden, nannte man Ceres, Pallas, Juno, Vesta; erst 1845 wurde Asträa gefunden und seitdem in den wenigen letzten Jahren alle übrigen: Flora, Viktoria, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Egeria, Hygiea, 1852 Thetis und ein noch unbenannter. Diese Asteroiden, wie man sie genannt hat, deren Zahl noch lange nicht erschöpft ist, sind sämmtlich viele millionenmal an Masse geringer, als die Sonne. Oberflächen- und physische Beschaffenheit dieser kleinen weit entfernten Körper ist unbekannt; auffallend ist ihre große Lichtstärke, wodurch sie Fixsternen ähneln; die früher behauptete Aenderung derselben hat sich nicht bestätigt, und die Dunsthüllen, die man um manche sehen wollte, scheinen nur in der Beschaffenheit der Fernröhre und unserer Atmosphäre begründet zu seyn. Schon Olbers hat die Vermuthung aufgestellt, daß die Asteroiden Trümmer eines größern sonst zwischen Mars und Jupiter kreisenden Planeten seyen; die Distanzenverhältnisse von der Sonne begünstigen dieselbe, mit Ausnahme der Hygiea, welche vielleicht einer besondern Asteroidengruppe angehört. Hat eine Katastrophe stattgefunden, so muß sie in der Entfernung von $2,_{55}$ Sonnenweiten vor sich gegangen seyn, weil alle Asteroiden (die Hygiea ausgenommen) während ihres Umlaufes 1- oder 2mal in eben diese Distanz kommen. Lamont setzt die Ursache der muthmaßlichen Katastrophe in eine zu große Rotationsgeschwindigkeit, durch welche der Planet in Stücke zertheilt wurde, die nach der Tangente hinausflogen, während sich bei den übrigen äußeren Planeten nur Monde und Ringe lostrennten.

Digitized by Google

172. Die dritte Ordnung bilden die sonnenfernen, kolossalen (bis 1333mal die Erde an Größe übertreffenden), wenig dichten Planeten. Ihre Bahnen nehmen etwa $^7/_8$ vom ganzen Durchmesser des Planetensystems ein, ihre Dichtigkeit ist gering ($^1/_5$—$^1/_{10}$ von jener der Erde), ihre Atmosphären scheinen dicht und zeigen streifenartige Anordnung, ihre Bahnbewegung ist langsam, ihre Rotationsbewegung sehr schnell, daher ihre Polarabplattung sehr bedeutend; durch Monde und Ringbildungen erscheinen sie als Mittelpunkte von Partialsystemen. Auf ihnen mögen die leichten Metalle der Erden und Alkalien vorwalten und ihr Charakter mehr elektrischer Art seyn. Flüssigkeiten, so dicht wie unser Wasser, können auf ihnen gar nicht oder nur in geringer Menge vorhanden seyn.

173. Jupiter ist der erste Planet dieser Ordnung, und der größte des Gesammtsystems; verschwände die Sonne, so würde Jupiter Centralkörper des Ganzen werden. Siderischer Umlauf 11 Jahre und nahe 315 Tage. Mittlere Entfernung von der Sonne 108,495,777 M.; die von der Erde wechselt von 79 bis 130 Millionen Meilen. Neigung der Bahn gegen die Ekliptik 1^0 18′ 42″. Das Licht der Sonne ist auf Jupiter in der mittleren Entfernung 27mal schwächer als auf der Erde; dessenungeachtet erscheint er in intensivem, gelblich weißem Lichte. Masse fast 1049mal kleiner als die der Sonne; scheinbarer mittlerer Aequatorialdurchmesser 38,″$_4$, Polardurchmesser 35,″$_{16}$, demnach Abplattung $^1/_{14}$, wahrer Aequatorialdurchmesser 20,018, Polardurchmesser 18,524 Meilen, und Volumen 1414mal größer als das der Erde. Schwere am Aequator $2^1/_4$mal größer als auf der Erde. Dichtigkeit nicht einmal $^1/_4$ von der der Erde (etwa wie Nuß- oder Erlenholz). Rotationszeit 9 St. nicht ganz 56 Min. Neigung des Aequators gegen die Bahnebene nur 3^0 6′, Verschiedenheit der Jahreszeiten demnach ungemein gering, Unterschied der Klimate nach den Zonen hingegen bestimmt und konstant. Fallgeschwindigkeit an den Polen über 42′, am Aequator (wegen der schnellen Rotation und starken Polarabplattung) nicht einmal 33′. Jupiter zeigt im Fernrohr 2 bräunliche Gürtel nord- und südwärts vom Aequator, manchmal auch einige schwächere näher an den Polen und auch mehr oder minder beständige Flecken, welche auf eine dichte Atmosphäre und bedeutende Vorgänge in derselben schließen lassen.

174. Saturn's mittlere Entfernung von der Sonne ist $197^1/_4$ Millionen Meilen; seine kleinste $186^1/_4$, seine größte $208^1/_4$ M. M.; sein Abstand von der Erde ändert von $165^1/_2$ bis 229 Millionen Meilen. Seine siderische Umlaufszeit beträgt 29 Jahre 167 Tage, die Neigung der Bahn zur Ekliptik 2^0 $29^1/_2$′; er wird von der Sonne im Mittel 91mal schwächer als die Erde erleuchtet. Der scheinbare Polardurchmesser ist etwas über $15^1/_3$ Sek., der Aequatorialdurchmesser ein wenig über 17″, die Abplattung also über $^1/_{10}$, demnach noch mehr als bei Jupiter. Der wahre Polardurchmesser beträgt 14,696 Meilen, der Aequatorialdurchmesser 16,305 M. Das Volumen ist 772mal größer als das der Erde, die Masse $^1/_{3530}$ der Sonnenmasse, mit Einrechnung der Ringe und Monde aber $^1/_{3500}$, etwas über 100mal größer als

Digitized by Google

die der Erde, die Dichtigkeit 8mal geringer, etwa der des Tannenholzes gleich. Er ist, die Kometen ausgenommen, der wenig dichteste aller uns bekannten Weltkörper. Saturn schimmert matt röthlich; starke Fernröhre lassen an ihm (außer einigen viel schwächeren) einen grauen Aequatorialgürtel mit Flecken erkennen, aus denen man die Rotation auf 10 Stunden 29 Min. 17 Sek. bestimmt hat. Die Schwerkraft am Saturnsäquator ist fast um die Hälfte geringer, als an den Polen; ein Körper, der auf der Erde 100 Pfund wiegt, hat am Saturnsäquator nur 75 Pf., an den Polen 137 Pf. Gewicht. — Einzig in unserem Planetensystem sind die frei um den Aequator Saturn's schwebenden Ringe, welche ihm ihre innere schmale Kante zuwenden. Der äußerste Ring hat im Mittel fast $39\frac{1}{3}$ Sek. scheinbaren Durchmesser, also einen wahren von 37,587 Meilen; der innere Durchmesser des innersten Ringes ist $26\frac{2}{3}$ Sek., der wahre 25,492 M.; die Breite aller Ringe mit den Zwischenräumen 6,047 M., der Abstand vom Saturnsäquator 4,594 M.; die Dicke ist so gering (kaum 30 Meilen), daß, wenn uns die Kante zugekehrt wird, in schwachen Fernröhren gar nichts mehr zu sehen ist und nur in den größten Teleskopen die Kante als feiner Silberfaden sichtbar bleibt. Die Neigung der Ringe gegen die Saturns- und Erdbahn ist nur etwas über 28^0, deßhalb können wir die Ringe nie als Kreis, sondern immer nur als Ellipse oder Linie sehen. Huyghens erkannte das Ringsystem (in welchem Saturn nicht genau im Mittelpunkt, sondern ein wenig excentrisch schwebt, der vorangehenden Seite der Ringe etwa 200 Meilen näher) nur als einen Ring, Herschel nahm 2 Ringe an; die neuesten Astronomen nehmen mehrere, durch rundum gehende Zwischenräume getrennte Ringe an, die nicht genau in einer Ebene liegen und kleine Unebenheiten (Gebirge) und Verbiegungen zeigen. Der innerste Ring ist der breiteste. In den Polargegenden Saturn's ist von diesen wunderbaren Ringen nichts zu sehen; erst vom 67sten Grad nördl. und südl. Breite an beginnen sie sichtbar zu werden und treten dem Aequator näher immer mächtiger und glänzender hervor, während man unter diesem selbst nur deren innere, durch das Zenith verlaufende Kante wahrnimmt. So prachtvoll auch der Anblick seyn muß, den diese Ringe den etwaigen Saturnsbewohnern gewähren, welche die Dunkelheit seiner Sommernächte mildern, so nachtheilig werden sie im Winter Saturn's, wo sie einen großen Theil des Sonnenlichtes abhalten und Jahre lang dauernde Sonnenfinsternisse erregen, so daß von unserm Gesichtspunkt aus die Ringe den Bewohnern Saturn's viel mehr Nachtheil als Vortheil bringen. Von den Flächen der Ringe erblickt man die halbe Saturnskugel in kolossaler Größe sich erheben; steht man auf der innersten Kante, so sieht man im Zenith die Saturnskugel, 20,000mal größer als wir die Sonne, $\frac{1}{8}$ des Himmels einnehmend, während der Boden, auf dem man steht, sich nach beiden Seiten, die Riesenkugel umspannend, gegen den Himmel erhebt. Der graue Aequatorialgürtel besteht vielleicht aus einer Flüssigkeit (die allerdings viel dünner als Wasser seyn müßte), welche durch die Anziehung des Ringsystems Ebbe und Fluth erleidet.

175. Uranus war den Alten unbekannt und wurde erst 1781 von

Digitized by Google

Herschel entdeckt. Mittlere Entfernung 396½ Millionen Meilen; die wahre wechselt von 378 bis 415 M. M., siderische Umlaufszeit 84 Jahre und nicht ganz 6 Tage; die Entfernung von der Erde ändert von 357¼ bis 435¾ M. M., der scheinbare Durchmesser von 3,″5 bis 4,″3; der wahre Durchmesser beträgt 7,466 Meilen und das Volumen ist 82mal größer als das der Erde. Das Fortrücken im Raume dieses bis in die neueste Zeit äußersten Planeten geschieht so langsam, daß täglich nur $^9/_{10}$ Meilen zurückgelegt werden. Man bestimmt jetzt seine Masse zu $^1/_{24,605}$ der Sonnenmasse, 14,4mal größer als die der Erde; die Dichtigkeit steht zwischen der des Saturns und Jupiters, die Fallgeschwindigkeit ist 11½′. Die ungeheure Entfernung läßt auf seiner matt erleuchteten Scheibe weder Streifen noch Flecken erkennen; doch soll die Abplattung bemerkbar seyn, was auf schnelle Axendrehung deuten würde. Uranus empfängt von der Sonne, die ihm im Durchmesser nicht 3mal so groß als uns Jupiter erscheint, 368mal weniger Licht als die Erde. Von den 6 Monden, die Herschel bei Uranus als allerfeinste Lichtpünktchen sah, hat man in neuerer Zeit nur 2 zu erkennen vermocht, deren Bahnen senkrecht auf der Bahn des Uranus stehen. Da nun bei Jupiter und Saturn die Bahnen der Monde mit der Aequatorebene der Hauptplaneten zusammenfallen, so nimmt man bei Uranus das Gleiche an, woraus folgt, daß sein Aequator senkrecht auf seiner Bahn steht und seine nördliche und südliche Halbkugel, oder genauer seine Nord- und Südpolargegenden, abwechselnd 42 Erdenjahre Nacht und eben so lange Tag haben, und die möglichst größte Verschiedenheit der Jahreszeiten stattfindet.

176. Neptun ist der äußerste bis jetzt bekannte Planet. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 623 Millionen Meilen, seine siderische Umlaufszeit 165 Jahre 227⅔ Tage; der scheinbare Durchmesser 2,″5, die Masse $^1/_{14000}$ der Sonnenmasse. Ein Ring, welchen Lassel und Bond bei ihm gesehen haben wollen, ist noch zweifelhaft; von 2 Monden, die bis jetzt um ihn beobachtet wurden, ist nur einer gewiß. 1846 von Leverrier errechnet, von Galle entdeckt.

177. Die Monde oder Nebenplaneten sind Weltkörper, bei welchen die Axendrehung zugleich mit einem Umlauf um ihren Hauptplaneten, welchem sie beständig die gleiche Seite zukehren, zusammenfällt. Bei jedem Umlauf um den Hauptplaneten kehren sie der Sonne nach und nach alle Punkte ihrer eigenen Oberfläche zu. Man kennt jetzt 20 Monde, von welchen die größten dem Merkur und Mars nahe kommen.

178. Der Mond der Erde hat einen Polardurchmesser von 469 Meilen; seine Dichtigkeit übertrifft die des Wassers 3⅓mal; hieraus folgt, daß seine Masse 81mal kleiner als die der Erde, und die Schwere an seiner Oberfläche 6mal geringer als an der Erde ist. Die mittlere Entfernung von der Erde ist = 59¾ Erdhalbmesser oder 51,315 Meilen; die Differenz der Erdnähe und Erdferne beträgt 3¼ Erdhalbmesser. Der Erdenmond (und wahrscheinlich alle Monde) dreht sich in derselben Zeit, in welcher er einen Umlauf um die Erde macht, einmal um seine Axe und diese ist kaum 1½° gegen seine Bahn geneigt, so daß fast kein Unterschied der Jahreszeiten auf dem Monde

Digitized by Google

stattfindet, sondern bloß der Wechsel zwischen einem 14 Erdentage langen Tag und einer 14 Erdentage langen Nacht, in welcher letztern der Mond von der Erde so kräftig beleuchtet wird, daß wir hier oft dieses zweimal reflektirte Licht wahrnehmen und bedeutendere Verschiedenheiten der Oberfläche in demselben unterscheiden können. Die Bewegung des Mondes in seiner Bahn ist nicht ganz gleichförmig; eilt er etwas voran, so sehen wir etwas mehr als gewöhnlich von der folgenden Kugelhälfte, bleibt er etwas zurück, etwas mehr von der vorangehenden. Durch diese *scheinbare* sogen. *Libration* (Schwankung) des Mondes sehen wir von seiner Oberfläche etwas mehr als bloß *die* Hälfte, die er uns (wie alle Trabanten ihren Hauptplaneten) beständig zukehrt, nämlich etwa $^1/_7$ von der jenseitigen Halbkugel, die, aus diesem zu schließen, dieselbe Beschaffenheit wie die diesseitige hat.

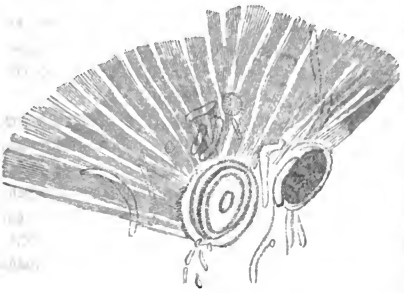
179. Das freie Auge unterscheidet hellere und dunklere (grauliche) Stellen auf dem Monde, durch das Fernrohr erkennt man erstere als Gebirgsgegenden, letztere als mehr flache Länder. Die nördlichen und südlichen Gegenden wimmeln von Gebirgen, namentlich ist der größte Theil der südl. Halbkugel ein wildes Chaos unzähliger Ringgebirge, die großen Ebenen nehmen mehr den mittlern Theil ein. Man unterscheidet auf dem Monde a) Gebirgsketten, ganz wie die unsrigen (so die Mondalpen, Mondappenninen u. s. w.), b) einzelne isolirte Berge, wie sie auch die Erde hat, aber dann als besonders charakteristische Bildung, c) unzählige sog. Ringgebirge (die man mit unsern Vulkanen verglichen hat) von 30 Meilen im Durchmesser bis herab zu wenigen hundert Fußen; sie sind zu vielen Tausenden über die Mondoberfläche zerstreut; die kleineren bilden oft ganze Züge und Reihen, die größeren lassen meistens einen Centralberg und den Terrassenbau des Walles schon in schwächeren Fernröhren deutlichst erkennen. Von großen und kleinen Ringgebirgen laufen mehr oder minder zahlreiche helle Strahlen aus (Mädler's *Strahlensysteme*); hie und da sieht man gerade, schmale (nämlich nur einige 100 bis 5000′ breite) tief eingeschnittene Furchen, sog. *Rillen*, oft viele Meilen weit fortlaufen, manchmal an einem Ringgebirge beginnend, an einem andern endend. Man vermuthet, daß diese Ringgebirge aus Gaseruptionen entstanden, die aus der früher flüssigen Mondmasse hervorbrachen, ganz wie die Spalten, über welchen sich die Gebirgssysteme der Erde erhoben haben; die Strahlensysteme erklärt man aus besonderer, ehemals stattgehabter Feuerwirkung auf der Oberfläche, wodurch deren Substanzen eine glasartige Beschaffenheit annahmen (etwa wie der in unseren Bulkanen erzeugte Obsidian); die Rillen sind Spalten, in der erhärtenden Masse entstanden.

180. Durch Schröter's, Lohrmann's und besonders Mädler's und von Beer's Arbeiten kennt man das Relief des Mondes im *Großen* und *Ganzen* wohl genauer als das der Erde. Die Benennung der Landschaften, Bergketten und Einzelberge ist theils ältern, theils neuern Ursprungs. Auf den Mondkarten findet man noch immer *Meere* angegeben; diese Namen rühren von der Zeit Hevel's und Riccioli's her, wo man die minder hellen, ebenen Gegenden für Meere hielt. Im nordöstlichen Quadranten liegen: Oceanus

Digitized by Google

Procellarum, Mare Imbrium, das Karpathengebirg, die mächtigen Ringberge Kopernikus, Archimedes, Plato u. s. w.; im nordwestlichen Quadranten Mare Tranquillitatis, Crisium, Serenitatis, Mare Vaporum, das Hämus- und Taurusgebirge; die Ringberge Posidonius, Endymion, Aristoteles u. s. w.; die mächtigen Gebirgsketten der Appenninen und Alpen; Mare Frigoris, Palus Putredinis und Nebularum gehören diesen beiden Quadranten gemeinschaftlich an. Im südöstlichen Quadranten liegen Mare Humorum und Nubium, die gewaltigen Ringberge Tycho, Schickard, Gassendi, Grimaldi, das Riphäengebirg; im südwestlichen Quadranten das Mare Nectaris und Foecunditatis, die Ringberge Aliacensis, Werner, Piccolomini, Pelavius, Theophilus u. s. w. Die großen Gebirgsketten gehören alle der nördlichen Halbkugel an, die zahlreichsten Ringberge der südlichen, die großen grauen Flächen liegen alle zwischen dem 70° nördl. Br. und 60° südl. Br.

181. Alle Landschaften und Berge des Mondes zeigen sich bei gleich guter (d. h. klarer und ruhiger) Erdenluft mit immer gleicher Schärfe. Nähern sich Sterne dem Mondrande, so verschwinden sie ohne Schwächung ihres Lichtes erst im Augenblick der Bedeckung; ferner fehlen auf dem Monde alle Erscheinungen einer Dämmerung; die Gegenden liegen vor Sonnenaufgang in schwärzester Nacht, bei Sonnenaufgang sogleich in glänzendem Lichte. Alles dieses beweist, daß der Mond keine Atmosphäre hat (was seine Beobachtung uns sehr erleichtert); wo aber diese fehlt, kann auch kein Wasser und kein Feuer vorkommen. In der That nimmt man nirgends auf dem Monde auch nur kleine, vollkommen ebene Flächen wahr, wie sie Wasser zeigen müßte und die Angaben vulkanischer Feuererscheinungen auf dem Monde sind längst widerlegt. Es gibt einzelne sehr weiße Bergspitzen, welche schon im reflektirten Erdenlicht als helle Punkte sichtbar werden; es gibt ferner sehr konkave Ringgebirge mit platter innerer Böschung, welche das Sonnenlicht gleich Hohlspiegeln mit ungemeiner Intensität zurückwerfen (z. B. der hier mit dem von ihm ausgehenden Strahlensystem abgebildete Aristarch), — diese Erscheinungen hat man irrthümlich für Vulkanausbrüche genommen. Ob freilich nicht elektrische Lichterscheinungen vorkommen können, muß dahin gestellt bleiben. — Mit der Erde verglichen, ist auf dem Monde Alles starr, todt und unveränderlich; sind organische Wesen daselbst, so müssen es solche seyn, die weder Luft, noch Wasser, noch Feuer bedürfen.



182. Die Erde erleuchtet ungeachtet ihrer atmosphärischen Bedeckung wegen ihrer beinahe 13mal größern Oberfläche den Mond viel kräftiger, als

Digitized by Google

er sie, und zeigt ihm die gleichen Lichtgestalten (Phasen), wie er ihr, nur umgekehrt. Haben wir, wenn der Mond um Mitternacht im Meridian steht, Vollmond, so hat der Mond dann Neuerde; steht der Mond im Westen zwischen uns und der Sonne, so daß seine gegen uns gewendete Halbkugel kein Sonnenlicht, aber das volle Erdenlicht empfängt, so haben wir Neumond, der Mond Vollerde; steht er bei Sonnenaufgang im Süden, so daß also die Sonne die Ostseite der Erde und des Mondes erleuchtet, so haben wir letztes Mondviertel und der Mond erstes Erdenviertel, steht er bei Sonnenuntergang im Süden, wo also die Westseite von Mond und Erde erleuchtet wird, so ist erstes Mond- und letztes Erdenviertel. Der viel behauptete Einfluß des Mondes auf die Witterung, das Wachsthum, die Gesundheit des Menschen u. s. w. wird von gewichtigen Autoritäten, z. B. Olbers, bestritten und ist jedenfalls nicht so bedeutend, als man gewöhnlich glaubt, wenn auch sicher vorhanden.

183. Die Monde der übrigen Planeten sind nur durch Fernröhren wahrzunehmen. Die vier des Jupiter kreisen um ihn in einer fast mit dem Aequator des Hauptplaneten zusammenfallenden Ebene, weßhalb sie fast immer in einer geraden Linie stehen, und bei jedem Umlauf Sonnen- und Mondfinsternisse für Jupiter erregen, welche man von uns aus sehen kann. Drei von ihnen sind ansehnlich größer als der Erdenmond. Diese Monde erscheinen uns bald heller, bald dunkler, weil sie bei ihrer Axendrehung (die ebenfalls wie bei unserem Monde mit einem Umlauf zusammenfällt und wobei sie, wie dieser, auch ihrem Hauptplaneten immer die gleiche Seite zukehren) uns hellere und dunklere Stellen ihrer Oberfläche zeigen. — Von den acht schon starke Fernröhren erfordernden Trabanten des Saturn ist der sechste vom Saturn an gerechnet wegen seiner Größe noch am leichtesten wahrzunehmen; die 6 Trabanten, welche Herschel um Uranus beobachtete, hat in neuerer Zeit Niemand mehr vollständig gesehen; bei Neptun hat Lassel einen Mond entdeckt, ein zweiter von Mitchel beobachteter ist noch zweifelhaft.

184. Eine eigenthümliche Gruppe von fremdartiger Beschaffenheit bilden die Kometen. Lament vergleicht sie mit dem aus einem abwärts gerichteten Rohre strömenden Dampf, der unten eine Wölbung bildet, dann hoch in die Luft hinaufsteigt. Auf der Seite des der Sonne zugewendeten Kernes erhebe sich beständig (wahrscheinlich durch Sonnenwärme) eine Dunstmasse, die vom Kerne weg gegen die Sonne getrieben wird, von dieser aber abgestoßen seitwärts fließt und in den Weltraum hinausfliegt. Man unterscheidet an einem Kometen den Kern, den manchmal ein unförmlicher Nebel, Haar genannt, umgibt, und den Schweif. Der Kern ist nie genau begrenzt, meist länglich; man weiß nicht, ob Festes in ihm sey. Auch bei sehr großen Kometen ist der Kern nur klein (selbst bei dem gewaltigen von 1811 hatte er nur 100 Meilen im Durchmesser); Kometen bringen nie eine nur irgend merkliche Störung im Planetenlauf hervor. Den Kopf bildet eine parabolisch gestaltete Nebelmasse, beim selben Kometen von Tag zu Tag an Größe wechselnd; bei dem von 1811 maß der Kopf 205,000 Meilen. Der Raum zwischen dem Kern und der äußern Grenzlinie des Kopfes ist mit Dunst ausgefüllt, der manchmal mehrere

Digitized by Google

Ströme erkennen läßt; dieser Dunst steigt vom Kern in der Richtung der Sonne auf, anfangs in gerader Richtung, nach und nach aber weicht die Strönung zurück und kommt endlich auf die der Sonne entgegengesetzte Seite. Die unförmliche, Haar genannte Nebelmasse wurde bis jetzt nur bei wenigen Kometen bemerkt und folgt keinen bestimmten Gesetzen. Der Schweif hat die Gestalt eines Hohlkegels und besteht aus durchsichtigem Dunst, der das Licht der Sterne weder ablenkt noch bedeutend schwächt. (Gase lenken die durchgehenden Lichtstrahlen mehr oder weniger ab.) Der Dunst, welcher den Schweif bildet, entwickelt sich nach Lamont aus dem Kern und strömt von der Sonne weg in den Raum hinaus. Der jüngere Herschel nimmt an, daß dieser Dunst beide Elektricitäten, die Sonne nur eine besitze, woraus sich erklärt, daß der Schweif sich immer nach der Sonnenrichtung zu stellen sucht. Diese Schweife haben bisweilen eine ungeheure Ausdehnung; der des Kometen von 1811 war am 10. September 12 Millionen Meilen lang und am Ende über 1 M. M. breit. Ganz allgemein liegen die Schweife in der Bahnebene und sind von der Sonne abgewendet; beim Kometen von 1824 waren 2 Schweife da, einer auf der Sonnenseite, der andere auf der entgegengesetzten.

185. Es ist noch nicht entschieden, ob die Kometen ganz nur mit reflectirtem Sonnenlichte leuchten, oder ob ein Theil ihres Lichtes von ihnen selbst erzeugt werde; letzteres wird wahrscheinlich durch den Entzündungs- und Verflüchtigungsproceß, der im Kerne stattfindet. Nach den verschiedenen Projectionen gegen uns, muß derselbe Komet sich in sehr verschiedener Gestalt zeigen. Im Wesen möchten sich alle ziemlich gleichen und der Hauptunterschied nur in der Größe bestehen. Wir sehen übrigens die Kometen wohl nie ganz, sondern nur die hinlänglich leuchtenden Theile derselben; man erblickte denselben Kometen gleichzeitig in verschiedenen Gegenden bei verschiedener Beschaffenheit der Luft und der Augen der Beobachter schon anders. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich auch die an manchen Kometen beobachtete plötzliche Verlängerung und Verkürzung der Schweife, das plötzliche Verschwinden einzelner Theile u. s. w. Man unterscheidet mit freiem Auge sichtbare und teleskopische Kometen; einige erlangten einen solchen Glanz, daß sie alle Sterne übertrafen und sogar am Tage gesehen wurden; so die von 363, 1106, 1402, 1577, 1843, 1847.

186. Besonders lehrreich ist der Komet von Halley, namentlich durch Bessel's (des unvergleichlichen Königsberger Astronomen) und Herschel's Beobachtungen geworden. Bessel fand, daß die vom Kerne ausströmende Materie regelmäßige Schwingungen links und rechts von der gegen die Sonne gedachten Linie machte; eine solche Schwingung mochte etwa 2 Tage 7 Stunden dauern, die größte Abweichung 60° betragen. Bessel schloß daraus, daß eine von der gewöhnlichen Attraction verschiedene Kraft, eine Polarkraft, wie Magnetismus und Elektricität auf die Kometen wirke und daß die eine Hälfte ihres Körpers von der Sonne eben so stark angezogen, als die andere abgestoßen werde. Die Sonne hätte nur eine Elektricität, positive oder negative, die Kometen beide zugleich. Gestalt von Kopf und Schweif, Lage des

Digitized by Google

letztern u. s. w. lassen sich aus Elektricitätsverhältnissen ziemlich gut erklären. Die Abnahme der Umlaufszeit des Kometen von Encke, welche man aus einem Widerstand des Aethers herleiten wollte, wäre nach dieser Theorie Folge der Abnahme der elektrischen Spannung. Aus Herschel's Beobachtungen des Halley'schen Kometen am Cap geht hervor, daß derselbe anfänglich gar keinen Kopf, d. h. keine Dunsthülle hatte, sondern bloß aus dem Kern bestand; in gleichmäßigem Zuwachs bildete sich während etwa 3 Wochen der Kopf. Schon früher wurden Kometen mit 2 Kernen oder Köpfen beobachtet; in neuester Zeit (1846) fand man, daß am Biela'schen Kometen sich 2 Köpfe ausgebildet hatten. Die Kometen von 1577 und 1807 hatten 2 Schweife.

187. Die Kometen bestehen aus ganz anderen Substanzen als die Planeten. Ihr Dunst zeigt so bedeutende Lichtentwickelung, daß sie noch aus sehr großen Fernen wahrgenommen werden (der Komet von 1811 noch in 70 Millionen Meilen Entfernung von der Erde und 90 von der Sonne, der von Halley in 30 Millionen Meilen Entfernung noch sehr hell) und wird von der Sonne abgestoßen, während sonst überall nur Anziehung stattfindet. So begreift man auch nicht, wie die vom Kometen ausgesendete Dunstmasse wieder zu ihm zurückkehrt und warum er nicht den Schwerpunkt und hiemit den Lauf ändert.

188. Die Bahnen der Kometen sind meist außerordentlich lang gedehnte Ellipsen oder wohl gar paraboliſch; man kennt von den allermeisten nur den der Sonne allernächsten Theil und weiß nicht, wann die Kometen wieder kommen. Diese Bahnen liegen nicht in einer bestimmten Ebene, die Bewegung geschieht nicht nach gleicher Richtung, wie die der Planeten, sondern rechtläufig, d. h. von West nach Ost, und rückläufig, von Ost nach West. Unter 178 Kometenbahnen, die man bis jetzt untersucht hat, befindet sich keine hyperbolische, auch weiß man nicht, daß ein Komet in die Sonne gestürzt wäre, wie man in früherer Zeit sich vorgestellt hatte, wo man den Brand der Sonne z. Th. durch Kometen nähren ließ. Am nächsten kam der Sonne der Komet von 1843, nämlich bis auf etwa 111,111 Meilen, dann der von 1680, der sich dem Sonnenmittelpunkt bis auf 128,000 M., also der Peripherie bis auf 32,000 M. näherte; der entfernteste K., dessen Bahn man kennt, nähert sich der Sonne bis auf etwa 80 Mill. M.; die K., deren Perihelien jenseits der Jupitersbahn liegen, sind uns unbekannt. In jener Nähe von 32,000 M. sollte die Sonnenwärme 32,400mal stärker seyn als an der Erde und doch änderte sich das Ansehen des K. nicht. Nur von 3 K. weiß man bestimmt die Umlaufszeit: bei dem von Encke beträgt sie $3\frac{1}{2}$ Jahre, bei dem von Biela $6\frac{3}{4}$, von Halley 76. Die Umlaufszeit des K. von 1680 hat man auf 8814 Jahre berechnet; er legt nach Encke in seiner Sonnenferne nur 10′ in der Sekunde, in der Sonnennähe 53 Meilen zurück. Die ersten Beobachtungen über K. machten die Chinesen (schon 600 Jahre v. Ch.), dann die Griechen. Stellt man alle Nachrichten von jenen ältesten Zeiten bis 1850 zusammen, so ergeben sich bis dahin 604 Kometenerscheinungen; die des Halley'schen und einiger anderen haben sich öfter wiederholt. Der K. von 1811, sehr groß und lange sichtbar, entwickelte einen

Digitized by Google

Schweif von 12—15 Millionen Meilen Länge; nach Argelander wäre die Umlaufszeit 3065 Jahre; in der Sonnenferne steht er 8700 Millionen Meilen von der Sonne ab. Beistehende Figur zeigt ihn, wie er sich am 15. October darstellte. Der K. von 1843 ist der merkwürdigste der neuesten Zeit; er wurde am hellen Tage entdeckt, verlor aber schnell diesen außerordentlichen Glanz; man schätzt seine Umlaufszeit auf 147—48 Jahre. Beim K. von Faye beträgt die Umlaufszeit wahrscheinlich $7^2/_5$ Jahre, bei dem von de Vico $5^1/_2$ Jahr.

189. Lamont wies nach, daß die Kometenbahnen doch auch nach einem gewissen Gesetze um die Sonne vertheilt sind. Wie nämlich alle Planetenbahnen der Ebene des Sonnenäquators (der Ekliptik) angehören, so gibt es für die K. zwei solcher Ebenen, die einen Winkel von 45^0 nach beiden Seiten mit der Ekliptik machen, daher senkrecht auf einander stehen; in der einen dieser Ebenen bewegen sich die rechtläufigen, in der zweiten die rückläufigen K.; von den 178 bis jetzt beobachteten sind 82 rechtläufig, 91 rückläufig, 5 unentschieden.

190. Die Wahrscheinlichkeit, daß Kometen mit Planeten zusammenstoßen (ließ ja Whiston den K. von 1680 die Sündfluth verursachen!), ist bei den außerordentlich großen Räumen, in welchen sich alle diese Körper bewegen, außerordentlich gering. Auch sind ihre Massen so klein, ihre Substanz so dünn, daß selbst bei einem Zusammentreffen keine ernste Gefahr für die Planeten entstehen würde; die Erde ist höchst wahrscheinlich den 26. Juni 1819 durch den Schweif eines K. gegangen. — Die K. werden in ihrer Bahnbewegung durch die überwiegenden Massen der Planeten mehr oder minder gestört, namentlich durch Jupiter, welcher die Bahn des Lexell'schen K. von 1770 ganz geändert hat. — Ob K. nach einer gewissen Anzahl von Umläufen sich ganz auflösen, weiß man nicht; ganz unglaublich ist, daß sich aus ihnen Planeten bilden sollten.

191. Man hält in neuerer Zeit ziemlich allgemein die Meteorkugeln, die oft in unserer Atmosphäre sich entzünden (Feuerkugeln), platzen, und deren Trümmer als Aerolithen zur Erde fallen, für kosmische Körper kleinster Art, welche in großer Zahl, etwa als Ueberbleibsel des Stoffes, aus dem sich Planeten und Monde gebildet, in den Räumen zwischen den Planeten vorhanden sind, sich nach dem Gesetz der Gravitation im Raume bewegen und deren Mehrzahl in eine oder mehrere Zonen gesammelt ist, welche die Erde in ihrer jährlichen Bahnbewegung durchschneidet. Die meisten Naturforscher halten Meteorkugeln und Sternschnuppen für nah verwandt; letztere geben in großer Ferne die gleiche Erscheinung, wie eine Meteorkugel sie geben würde; sie entzünden sich plötzlich, ihre Bahn bildet einen langen Lichtstreifen und dann erlöschen sie; die Detonation kann wegen der Entfernung und wegen Mangels

Digitized by Google

eines den Schall fortpflanzenden Mediums nicht gehört werden. Man sieht Sternschnuppen zu allen Zeiten und in allen Himmelsgegenden (im Mittel 16 auf eine Stunde), sie bewegen sich nach allen Richtungen 6—7 Meilen in der Sekunde; die meisten befinden sich in einer Höhe von 16—20 Meilen; die Extreme liegen aber zwischen 5 und mehr als 100 Meilen. Um den 12. November und 10. August sieht man die Sternschnuppen meist häufiger, zugleich entzünden sie sich an diesen Tagen in bestimmten Punkten des Firmaments (12. November im γ des Löwen, 10. August im B der Giraffe) und bewegen sich in einer bestimmten Richtung, nämlich von NO. nach SW., also in der Richtung, welche eben die Erde in ihrer Bahnbewegung verfolgt.

192. Die Natur dieser Körper und die Identität von Sternschnuppen und Meteorkugeln ist jedoch noch nicht sicher erkannt, so wie auch die Möglichkeit der Entzündung der Sternschnuppen in einem luftleeren Medium, wie der Weltraum ist, *schwer begreiflich wird*. — Die Grundmasse der Meteor*steine* soll mit irdischen Steinen von großer Verbreitung, nämlich mit Dolerit, Diorit, Labrador, Porphyr identisch sein. Auch gewisse in den verschiedensten Erdgegenden gefundene *Eisenmassen* (z. Th. viele Centner schwer) hält man für meteorisch, d. h. aus dem Weltraum auf die Erde gefallen. Aetzt man polirte Flächen solchen Meteoreisens, so entstehen in Folge von dessen krystallinischer Struktur eigenthümliche Figuren, von ihrem Entdecker Widmanstädten'sche genannt.

193. Unsere Sonne mit dem ganzen nun geschilderten System sie umgebender Körper *bewegt* sich im Weltraum fort, nach einem Punkte, der zwischen den Sternen π und μ im Herkules, 259^0 35′ gerader Aufsteigung und 34^0 34′ nördlicher Abweichung liegt. Man will den Weg, den die Sonne im Raume zurücklegt, auf jährlich 33,500,000 Meilen berechnen, und es ist daher vorauszusehen, daß ihr System, also auch unsere Erde, mit der Zeit in Räume gelangen muß, in welchen andere Licht- und Wärmeverhältnisse, andere Stellungen gegen den Sternhimmel eintreten werden.

194. Der französische Mathematiker Poisson suchte die in früheren Erdperioden unläugbar vorhanden gewesene größere Wärme dadurch zu erklären, daß die Erde einst Himmelsräume von höherer Temperatur durchlaufen habe; wenn wir aber wirklich in verschiedenen Gegenden verschiedene Wärme empfangen, so müssen Aenderungen dieser Art doch sehr langsam vor sich gehen. Nach Laplace, dem großen französischen Geometer, hat sich die Länge des Sterntages seit 2000 Jahren nicht verändert, was der Fall gewesen sein würde, wenn die Temperatur der Erde, hiemit ihr Volumen und Axendrehung, sich geändert hätte; und doch haben wir seit dieser Zeit unsere Stellung muthmaßlich um 64,000 Millionen Meilen verändert.

195. Fixsterne sowohl als Planeten üben keine *nachweisbare* Wirkung auf die Erde aus; die Sonne ist der alleinige Quell alles Lichtes, aller Wärme auf der Oberfläche der Erde und hiemit der erregende Faktor alles Lebens. Der Mond spendet unter den günstigsten Umständen nur $^1/_{1600}$ von der Lichtmenge der Sonne, und die Einrichtung seines Laufes beweist offenbar,

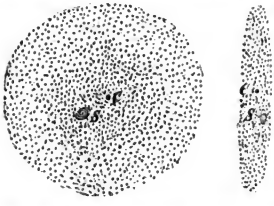
Digitized by Google

daß sein Hauptzweck nicht ist, die Erde zu erleuchten, wofür leicht viel passendere Verhältnisse der Stellung und Bewegung festzusetzen wären; der Mond ist, wie jedes Wesen, zunächst für sich selbst da und erst in zweiter Instanz für die Erde, wie diese für ihn.

Der Sternhimmel.

196. Aus den Zählungen der im Gesichtsfelde des nach den verschiedensten Himmelspunkten gerichteten Fernrohres erscheinenden Sterne (sog. Sondirungen des Himmels, wie sie namentlich die beiden Herschel vornahmen) hat sich ergeben, daß, wenn man den Himmel in lauter gleich große Felder, z. B. Quadratgrade eintheilt, dieselben eine sehr verschiedene Zahl Sterne enthalten, kein Feld aber (nicht einmal die sogen. Kohlensäcke der südlichen Halbkugel, sehr dunkle Stellen) ganz von Sternen leer ist.

197. Nach gewissen Himmelsrichtungen ist die Zahl der immer im Gesichtsfeld erscheinenden Sterne viel größer als nach anderen; daraus ist die Erkenntniß erwachsen, daß das unermeßliche Sternenheer, zu welchem unsere Sonne gehört, in Form einer Linse angeordnet ist; die Dicke dieser Linse schätzte Herschel zu 155 Sternweiten, die Breite auf etwa 850. Auch Struve kam zu der Ansicht, daß unser Sternensystem eine flache, nach der Ebene der Milchstraße ausgedehnte Scheibe sei. Diese ist vielleicht wie ihre Verästelung und ungleiche Breite andeutet, von einem oder mehreren Ringen umgeben. In beistehender Figur, welche dieses unermeßliche System von der breiten und schmalen Seite darstellt, ist die Plejadengruppe, welche fast in der Mitte liegt, mit C, unser Sonnensystem mit S bezeichnet.



198. In der nördlichen Halbkugel des Himmels finden sich von Sternen erster Größe 9, zweiter 34, dritter 96, vierter 214, fünfter 550, sechster 1439. Man betrachtet die hellsten Sterne im Allgemeinen als die nächsten, die weniger hellen als die entfernteren; man sieht, daß obige Zahlen etwa wie im Quadrat der Distanzen wachsen. Struve, der berühmte Astronom in Pulkowa bei St. Petersburg, nennt die Entfernung der nächsten, hellsten Sterne von uns eine Sternweite, und berechnet aus den gegenseitigen Verhältnissen der Größe und der Zahl der Sterne, daß die der zweiten Größe $1^4/_5$, der dritten $2^2/_5$, der vierten $3^9/_{10}$, der fünften $5^2/_5$, der sechsten $7^3/_4$ Sternweiten von uns abstehen, die größte Ferne, in welcher das unbewaffnete Auge noch einzelne Sterne unterscheiden kann. Nach Herschel dem Vater, welcher seine Berechnung bloß auf die Zahl der Sterne gründete, sollte die Kraft des freien Auges bis in 12 Sternweiten reichen; es muß also das Licht im Raum eine Schwächung erfahren, welche Manche durch den muthmaßlichen Aether bewirken lassen, das Medium, in welchem die Fortpflanzung des Lichtes erfolgt, ein unendlich dünnes elastisches Fluidum, welches höchstens den

Digitized by Google

so außerordentlich dünnen Kometen einen merklichen Widerstand zu leisten vermöchte, dessen Natur — ja selbst Existenz — aber nicht sicher erkannt ist. — W. Herschel hatte die Zahl der zu dem gewaltigen System der Milchstraße gehörenden, in seinen Teleskopen sichtbaren Sterne auf 18 Millionen geschätzt, Struve berechnet sie auf etwas mehr als 20 Millionen.

199. Wenn die Erde sich in zwei etwa entgegengesetzten Punkten ihrer 40 Millionen Meilen im Durchmesser haltenden Bahn befindet, so werden zwei Sterne, die zuerst im einen, dann im andern dieser Punkte betrachtet werden, ihre gegenseitige Stellung etwas verändert haben, ähnlich wie etwa die Gipfel eines Gebirgszuges, die man zuerst an dem einen, dann am andern Ende einer Stadt in's Auge faßt. *) Man nennt jenen Winkelunterschied die jährliche Parallaxe der Sterne und leitet aus ihm ihre Entfernung von der Erde her, indem man die Veränderung ihrer gegenseitigen Stellung in jenen beiden Beobachtungspunkten mikrometrisch mißt und die so gefundene Größe mit dem bekannten Abstand der Beobachtungspunkte von einander vergleicht. Jene gewaltige Linie von 40 Millionen Meilen des Durchmessers der Erdbahn ist aber eine so geringe Größe im Verhältniß zur Entfernung auch nur der nächsten Fixsterne von uns, daß es großer Vervollkommnung der Meßinstrumente bedurfte, um den aus ihr sich ergebenden Winkel bestimmen zu können; man fand, daß die Fixsterne erster Größe, also die uns nächsten Sonnen, keinenfalls *über* 1 Sekunde Parallaxe zeigen, daher *wenigstens* 200,000 Sonnenweiten (eine Sonnenweite ist gleich dem mittlern Abstand der Sonne von der Erde, in runder Zahl 20 Millionen Meilen), demnach 4 Billionen Meilen von uns entfernt sind, welche Distanz man eine *Sternweite* nennt und sie als Maßstab für den Fixsternhimmel braucht.

200. Weil die Planeten sich um die Sonne bewegen, schloß man analogisch, daß die Fixsterne um eine *Centralsonne* kreisen, als welche der verdiente

*) Z. B. die Alpen hier in Bern etwa vom Rosengarten und vom Observatorium aus. — Bei Berechnung der Entfernung der Himmelskörper wendet man das gleiche Verfahren an, wie es die Feldmesser befolgen. Kennt man in einem Dreieck durch Messung oder Beobachtung 2 Seiten oder Winkel, so ergibt sich nach bekannten geometrischen Regeln auch die oder der dritte. Wollen Geometer z. B. die Höhe eines Thurmes bestimmen, so messen sie eine Standlinie und errichten dann einen Stab, über dessen Spitze sie nach der Thurmspitze sehen; ein zweiter Stab wird in bestimmter Entfernung so zwischen Thurm und Beobachter gestellt, daß seine Spitze mit der vom ersten Stab zur Thurmspitze gezogenen Linie zusammenfällt. Aus der Entfernung dieses zweiten Stabes vom ersten, aus der Höhe desselben und der bekannten Länge der Standlinie ergibt sich die Höhe der Thurmspitze. Bei Berechnung der Entfernung der Himmelskörper dient der bekannte Halbmesser der Erde als Standlinie; die von zwei um dieselbe entfernten Beobachtern nach einem Himmelskörper gezogenen Gesichtslinien bilden den *parallaktischen Winkel*, die *Parallaxe* desselben, aus deren Größe die Entfernung eines Körpers unseres Sonnensystems berechnet werden kann. Die so gefundene Entfernung in Verbindung mit dem durch Meßinstrumente gefundenen *scheinbaren* Durchmesser läßt dann den *wahren* Durchmesser und das Volumen finden.

Digitized by Google

Astronom Mädler in Dorpat die Alcyone bezeichnete; weil ferner die Doppel- und vielfachen Sterne um ideale, zwischen ihnen liegende Mittelpunkte sich bewegen, schlossen Andere, daß die Fixsterne sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegen. Obwohl Mädler's Berechnungen diese Vermuthung einigermaßen zu begründen scheinen, ist doch diese Angelegenheit noch keineswegs spruchreif. *) Beistehende Figur stellt die Plejadengruppe, Alcyone in ihrer Mitte, vor, wie sie sich in einem Theaterperspektiv zeigt.

201. Die ungeheuren Entfernungen lassen uns die eigenen Bewegungen der Fixsterne nur in sehr langer Zeit wahrnehmen und nur durch die feinsten Meßinstrumente bestimmen, so daß die Fixsterne stillzustehen scheinen. Bei einigen sind indeß diese Bewegungen etwas bedeutender, am bedeutendsten bei zwei lichtschwächeren Sternen nämlich bei Nro. 4010 im großen Bären, und bei Nro. 61 im Schwan; bei ersterem beträgt die Bewegung in Rectascension 0,32, in Deklination 5,7 Sekunden, beim andern 0,36, 3,3. Es gibt also auch verhältnißmäßig nahe Sterne, welche, wohl wegen Kleinheit, nicht hell erscheinen. Auch 40 Eridani und μ Cassiopejae haben starke Bewegung; von Sternen erster Größe Arktur 2″, andere nur 1″ und darunter. Die Bewegung der mehr als 500 Sterne, die man in dieser Hinsicht bis jetzt genauer beobachtet hat, ist meist gegen Süden gerichtet, bei unserer Sonne nach einem Punkt im Herkules. Von zusammengesetzten Doppelsternen ist 5 und ε Lyrae das einzige System, dessen Bewegung genauer bekannt ist. Einige Sterne, z. B. Sirius, zeigen eine ungleichförmige Bewegung, periodisch langsamer und schneller, entweder weil sie (wie Bessel vermuthete) zugleich mit einem großen dunkeln Körper um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, daher ihre Bewegung bald vorübereilend, bald fast stillstehend, bald sogar zurückweichend scheinen muß, je nachdem sie sich im einen oder andern Theil ihrer Bahn befinden, oder indem das von ihnen zu uns gelangende Licht auf seinem Wege verzögert oder abgelenkt wird, was eine scheinbare Aenderung der Bewegung bewirken müßte.

202. Scheinbare Bewegungen der Fixsterne entstehen durch die sogen. Präzession und Nutation; diese sind in kleinen Schwankungen der Erdaxe begründet, welche sich in kürzeren und längeren Perioden wieder ausgleichen; durch die Präzession wird auch bewirkt, daß in verschiedenen Zeiten verschiedene Sterne zum Polarstern werden.

---

*) Die Entfernung der Alcyone von den Gränzen unseres Sonnensystems sey 34 Millionen Sonnenweiten, welche der Lichtstrahl in 537 Jahren durchläuft. Unsere Sonne vollendet ihre Bahn um diesen Centralkörper, der sie an Masse 117 Millionen mal übertrifft, in 182 Millionen Jahren.

Digitized by Google

203. Die vorher erwähnte Eintheilung der Sterne in sechs verschiedene Größen beruht nur auf einer ziemlich willkürlichen Schätzung. Sterne erster Größe, die am meisten Glanz spenden, zählt man nur 17: Sirius, Canopus, Arkturus, α Centauri, Capella, α Aquilae, Rigel, Procyon, α Piscis australis, Antares, Acharnar, Aldebaran, α Virginis, Pollux, α Cygni, α Orionis, von welchen einige nur in der südlichen Halbkugel sichtbar sind.

204. Die meisten Sterne sind weiß, wenige roth, z. B. Arktur. Im Fernrohr unterscheidet man auch bläuliche, grünliche, gelbliche Sterne; die Farben sind jedoch selten lebhaft; am meisten noch bei den Doppelsternen. Sirius soll im Alterthum roth gewesen seyn, W. Herschel sah die Doppelsterne γ Leonis und γ Delphini weiß; nach Struve hingegen besteht ersterer aus einem goldgelben und rothgrünen Sterne, letzterer aus einem goldgelben und grünlichblauen. Diese Farben mögen theils in der Lichthülle selbst, theils in der unter ihr liegenden durchschimmernden Wolkenhülle und Kern beruhen.

205. Nicht alle Fixsterne leuchten immer mit gleich starkem Lichte. Der Stern o im Wallfisch nimmt stets in einer Periode von 334 Tagen von einem Stern zweiter Größe bis zu fast gänzlicher Unsichtbarkeit ab; wegen dieser Wunderlichkeit nannte man ihn daher mira Ceti. Man kennt noch andere Sterne, die in Perioden von wenig Tagen bis mehreren Jahren ihren Glanz sehr verändern. Vielleicht sind die beiden Halbkugeln solcher Sterne von verschiedener Lichtstärke, so daß sie uns bei der Axendrehung bald die hellere, bald die dunklere Seite zukehren, — oder es gehen große Planeten zwischen uns und ihnen durch, oder die Lichtentwickelung beruht auf einer bestimmten Lebensenergie der Sonnen, welche, wie alles Leben, Schwankungen ausgesetzt ist. Letztere Hypothese scheint vorzüglich bei jenen Sternen annehmbar, welche wie z. B. η Argus, β Ursae minoris keine regelmäßigen Perioden in ihrem Lichtwechsel einhalten. Atair im Adler wurde von den Alten als Stern zweiter Größe angegeben, jetzt ist er entschieden erster; Alphard in der Wasserschlange findet sich auf älteren Karten als Stern erster Größe bezeichnet, jetzt ist er kaum noch zweiter. Ein außerordentlich heller Stern, den der dänische Astronom Tycho de Brahe 1572 in der Cassiopeja, und einer, den der große Kepler 1604 im Schlangenträger beobachtete, sind nach einem Jahre ganz unsichtbar und bis jetzt nicht mehr wahrgenommen worden.

206. Manche Sonnen sind unter sich wieder zu kleineren Systemen verbunden und bewegen sich um Schwerpunkte, welche zwischen ihnen liegen. Am häufigsten scheint dieses mit je 2 Sternen der Fall zu sein, welche man dann als (physische) Doppelsterne zu bezeichnen pflegt. (Optische Doppelsterne sind die, welche keine Beziehung auf einander haben, aber für uns fast in der gleichen Gesichtslinie liegen, wobei der eine Stern unermeßlich weit hinter dem andern liegen kann.) Struve hat nach dem Abstand der beiden Sterne eines solchen Paares 8 Ordnungen gebildet; in der ersten stehen jene höchstens 1 Sekunde von einander ab, in der zweiten 1—2 Sekunden, in der dritten 2—4, in der vierten 4—8, in der fünften 8—12, in der sechsten 12—16, in der siebenten 16—24, in der achten 24—32 Sekunden. Bei den Doppel-

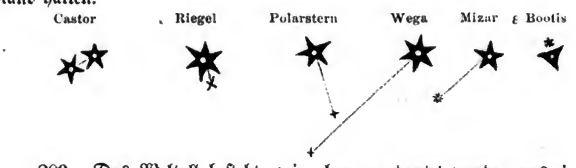
Digitized by Google

sternen gehen also Sonnen um einander herum, und zwar nach dem gleichen Gravitationsgesetz, welches in unserem Planetensystem herrscht. Man kennt jetzt (namentlich durch Struve's große Arbeiten) fast 5000 solcher Doppelsterne, deren Umlaufszeit von wenigen Jahren bis über 10,000 Jahre beträgt. (Nro. 1037 Struve 15 Jahre, γ in der Krone 43, p im Schlangenträger 93, γ in der Jungfrau 169, α in den Zwillingen 520 ꝛc.) Dabei sind die Massen der einzelnen Sterne kleiner oder auch viel größer als die Masse unserer Sonne, und der wahre Abstand der Sterne manchen Paares von einander übertrifft noch weit den Abstand des Uranus und Neptun von unserer Sonne. Außerdem kennt man noch — viel minder zahlreiche — Systeme aus drei (z. B. ζ im Krebs, 12 im Luchs, 7 im Stier), vier (σ Orionis), sechs (das sogen. Trapez im Orion) Sternen bestehend.

208. Einige besonders merkwürdige Doppelsterne sind:

	Größen und Farben	Abstand
Polarstern	2 hellgelblich 9 weiß	2″,9
α in den Zwillingen (Castor)	3 grünlich 4 grünlich	5″
γ des Löwen	2 goldfarben $3\frac{1}{2}$ rothgrün	2″,6
24 im Haar der Berenice	5 roth 6 blaugrün	20″
ε im Bootes	3 gelb 6 tiefblau	2″,7
γ Coronae in der Krone	4 grünlichweiß 7 purpurn	2″
ε ζ in der Leier	5 grünlich 6 bläulichweiß	3″
5 ζ (ein zweifacher Doppelstern)	5 glänzend weiß 6 glänzend weiß	2″,6
	Abstand der beiden Systeme	3′ 27″
61 im Schwan	5 goldgeld 6 goldgelb	

α im Centaur soll der herrlichste aller Doppelsterne seyn und ist nur in der südlichen Halbkugel sichtbar; Entfernung 900 Billionen Meilen, welche das Licht in 3 Jahren zurücklegt. Die Entfernung des vorletzten, 61 im Schwan, von unserer Sonne kennt man; sie beträgt 12 Billionen Meilen. — Das unbewaffnete Auge würde nur Doppelsterne unterscheiden, die 256 bis 512″ Abstand hätten.



209. Das Weltall besteht, wie oben angedeutet wurde, aus einer unbekannten Zahl von Sternsystemen kleinerer und größerer Art, meist von Kreis- oder Linsenform; das System unserer Milchstraße gehört zu den größeren. Die übrigen sehen wir als Sternhaufen, z. Th. aus vielen tausend Sternen bestehend, oder wenn sie sehr entfernt sind, als unauflösbare Nebelflecken. Manchmal schließt ein runder oder elliptischer Nebel einen oder mehrere Sterne ein. Man kennt über 3000 Sternhaufen und Nebelflecken; in unserer nördlichen Halbkugel stehen sie am dichtesten in der Richtung gegen den nörd-

Digitized by Google

lichen Flügel der Jungfrau, in der südlichen gegen die sogen. Magellanswolken, welche nach dem jüngern Herschel aus einer Menge einzelner Sternhaufen und Sterne bestehen; nach *diesen* beiden Richtungen scheint also das Sphärenuniversum uns seine größten Fernen darzubieten. — Obschon wir gewohnt sind, die Fixsterne überhaupt für Sonnen, im Wesen der unsrigen gleich zu halten, so wird ohne Zweifel in den näheren Bestimmungen ihrer Natur große *Mannigfaltigkeit* eintreten; von den vielen Millionen Sonnen wird keine der andern ganz gleich seyn, und es werden in den verschiedenen Systemen die wunderbarsten Verhältnisse hinsichtlich der Gruppirung, der Bewegungen, der Lichtverhältnisse eintreten, die wir nur ahnen, aber nur zum geringsten Theil wahrnehmen können.

210. Merkwürdige Nebel sind der große, schon seit 1612 beobachtete in der Andromeda, mit freiem Auge sichtbar, während fast alle übrigen nur in starken Fernröhren; ein runder fast planetarischer Nebel in $0^0\ 42',_5$ gerader Aufsteigung und $43^0\ 22'$ Poldistanz (dergleichen runde mit gleichmäßigem Lichte, wie Planetenscheiben leuchtende Nebel heißen deßhalb *planetarische*); ein großer

Sternhaufen im Perseus; der große, in nebenstehender Figur abgebildete Nebel im Orion unter dem tiefsten Sterne des Jakobsstabes; 4 schon in schwächeren Teleskopen sichtbare Sterne bilden das sogen. Trapez und schließen zwei sehr feine Sterne ein; der umgebende Lichtschimmer löst sich in Rosse's Teleskop in unzählige feinste Sterne auf. In 5 h. $20',_1$ g. A., $55^0,\ 54'$ Poldistanz findet sich ein fast runder Nebel mit 3 Sternen in der Mitte; in 10 h. $38',_8$ g. A. $76^0,\ 32'$ Poldistanz sieht man 2 runde Nebel neben einander; in 12 h. $52'$ g. A. und $86^0\ 35'$ Poldistanz einen Stern am Ende eines Nebels, der von ihm wie ein Kometenschweif wegsteht; in 18 h. $10,_7$ g. A. und $106^0\ 18'$ Poldistanz Lamont's Omeganebel, wahrscheinlich eine Vereinigung mehrerer Systeme; in der Leier findet sich ein planetarischer Nebel, bestehend aus einem ovalen Ring, welcher einen minder hellen Saum umschließt wie sich auch unser Milchstraßensystem in gewisser Entfernung und Richtung darstellen müßte ꝛc.

211. Die Räume, welche das Licht der Fixsterne bis zu uns zurückzulegen hat, sind so ungeheuer, daß schon von den Fixsternen *erster* Größe, die im Mittel nur *eine* Sternweite entfernt sind, über 15 Jahre verfließen, bis es zu uns gelangt. Wir sehen daher diese Sterne nicht da, wo sie sich im Augenblick ihrer Beobachtung befinden, sondern an dem Orte, wo sie vor 15 Jahren standen. Von den Sternen sechster Größe braucht das Licht 120 Jahre zu uns, von den kleinsten und fernsten Tausende, ja Hunderttausende von Jahren; *diese* Sterne mußten daher, um uns jetzt sichtbar zu werden, schon vor Hunderttausenden

Digitized by Google

von Jahren existirt haben. Wir sehen den Fixsternhimmel also nicht, wie er gegenwärtig *ist*, sondern wie er *war*; je ferner die Parthie, die wir betrachten, desto länger entschwunden ist auch die Zeit, in der sie war, wie wir sie sehen. Nur das Planetensystem und die Sonne sehen wir, wie sie gegenwärtig sind oder vor wenigen Minuten oder Stunden waren; der Fixsternhimmel rückt, je weiter wir in ihn eindringen, in immer frühere Vergangenheit zurück. — Das Licht aller Himmelskörper hat *gleiche* Geschwindigkeit.

212. Wir sehen auch noch aus anderen Gründen die Himmelskörper (Fixsterne sowohl als Planeten ꝛc.) nicht an ihrem wahren Ort. Während sich nämlich das Licht von ihnen zu uns bewegt, legt die Erde eine mehr oder minder große Strecke ihrer Bahn zurück; wir sehen deßhalb die Himmelskörper ein wenig in der Richtung vorgerückt, in welcher sich die Erde bewegt, das Bild der Sonne z. B. $20\frac{1}{2}$ Raumsekunden. Man nennt dieses von *Bradley* entdeckte Verhältniß die *jährliche Aberration*. Eine *tägliche* Aberration von viel minderem Belang entsteht außerdem durch die Drehung der Erde um ihre Axe. — Ferner sehen wir auch wegen der *Refraktion* oder Brechung der Lichtstrahlen im Luftkreise die Himmelskörper an anderen Stellen, als die sie wirklich einnehmen; nur die im Zenith stehenden erleiden keine Refraktion, und erscheinen deßhalb an ihrem wahren Ort.

213. Die Weltkörper sind im Raum ohne Symmetrie und Regelmäßigkeit, wie zufällig zerstreut, hier dichter zusammengehäuft, dort weiter auseinandergerückt. Seit uralter Zeit hat man ganz willkürlich sie in gewisse Gruppen unter dem Namen *Sternbilder* gesondert, von welchen 48 aus dem Alterthum stammen. 12 gehören dem *Thierkreise* an (daher Zeichen des Thierkreises), nämlich Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische; 21 dem nördlichen Himmel: Cassiopeja, Andromeda, das nördliche Dreieck, Perseus und der Medusenkopf, Fuhrmann mit der Ziege, großer Bär, kleiner Bär, nördlicher Drache, Bootes oder Bärenhüter, nördliche Krone, Herkules, Ophiuchus oder Schlangenträger, Schlange des Ophiuchus, Leier mit dem Geier, Adler, Schwan, Pfeil, Delphin, kleines Pferd, Pegasus, Cepheus; 15 dem *südlichen* Himmel: Walfisch, großer Hund, kleiner Hund, große Wasserschlange, Becher, Rabe, Wolf Centaur, Schiff Argo, südliche Krone, südlicher Fisch, Hase, Altar, Fluß Eridanus, Orion. — Sternbilder neueren Ursprungs sind: Einhorn, Buchdruckerwerkstatt, Kompaß, Luftpumpe, Taube mit dem Oelzweige, Elektrisirmaschine, Georgsharfe, Herschel's Teleskop, Jagdhunde, kleiner Löwe, Cerberus, südliches Kreuz, Indianer, Kranich, Paradiesvogel, fliegender Fisch, große und kleine Wolke, Sextant ꝛc.

214. Heutzutage macht man weniger Gebrauch von diesen *Sternbildern*, indem man den Ort jedes einzelnen Sternes nach gerader Aufsteigung und Poldistanz angibt. (Argelander hat sie jedoch in seinen Himmelskarten wieder angewendet.) So sind auch die zahlreichen (meist von den Arabern herrührenden) *Namen der einzelnen Sterne* sehr außer Gebrauch gekommen, indem die einzelnen Sterne mit Nummern der Sternkataloge und

Digitized by Google

Karten oder mit den griechischen oder lateinischen Buchstaben derselben bezeichnet werden. Bloß die Namen der Sterne erster Größe (und einige wenige andere) sind im Gebrauch geblieben. Es folgen dieselben hier mit Angabe des Sternbildes, zu welchen sie gehören: Arktur (Bootes), Wega (Leier), Deneb (Schwan), Capella oder Alhajoth (Fuhrmann), Atair (Adler), Aldebaran (Stier), Castor (Zwillinge), Denebola, Regulus (Löwe), Spica (Jungfrau), Antares (Skorpion), Beteigeuze, Rigel (Orion), Acharnar (Eridanus), Sirius (großer Hund), Procyon (kleiner Hund), Canopus (Schiff), Alphard (Wasserschlange), Fomahand (südlicher Fisch). Die Hyaden und Plejaden (Siebengestirn) gehören zum Stier.

Schlußbetrachtungen.

215. Der Mond ist der einzige Weltkörper, über dessen *Oberflächengestaltung* wir etwas wissen; alle übrigen, auch die uns nächsten Planeten, sind schon viel zu weit entfernt, als daß sie in dieser Rücksicht erforschbar wären; wissen wir ja, wenn auch Ungleichheiten der Farbe, Flecken u. s. w. zur Wahrnehmung kommen, oft nicht einmal, ob dieselben der Oberfläche oder einer atmosphärischen Bedeckung angehören. Und es ist wohl *keine* Aussicht vorhanden, in dieser Beziehung durch etwaige Fortschritte im Bau der Fernröhren u. s. w. *bedeutende* Resultate zu erreichen. So fördernd sich dieselben erweisen, wenn es sich um *Erkenntniß des unendlichen Reichthums der Welten* handelt, so ohnmächtig sind sie, wo es gilt, eine Einsicht in das *Detail eines Weltkörpers* zu schaffen. Hier sind dem Menschen, wie an so vielen anderen Orten, unübersteigliche Schranken gesetzt, die nur blinder Stolz nicht bemerken kann.

216. Wegen der gegenseitigen Bewegung von Erde und Mond ist es schon kaum mehr möglich, mit Nutzen eine 1000malige Vergrößerung auf den Mond anzuwenden, bei welcher er uns erst so nahe kömmt, *als ihn das freie Auge auf 100 Stunden Entfernung sehen würde*. Wie sollte es möglich seyn, bei diesen Verhältnissen, ich sage nicht Bewohner, sondern etwa nur die größten Erzeugnisse ihrer Thätigkeit wahrzunehmen? *) Ein mächtiges, ganz unüberwindliches Hinderniß ist ferner die Gegenwart einer Atmosphäre um die Erde, deren unvollkommene Durchsichtigkeit und fast immer stattfindende Bewegung die Anwendung der Fernröhren um so mehr erschwert, je mächtiger sie sind.

217. Aus Vernunftgründen ist es *wahrscheinlich*, daß auf den Weltkörpern sich belebte, organisirte und intelligente Wesen entwickeln und daß das Auftreten dieser letzteren gleichsam der Schlußstein der Entwickelung eines

*) Das sogen. „Wallwerk“, welches Gruithuisen in der Mondlandschaft *Schröter* für eine „Stadt mit Citadelle“ erklärte, ist nach Beer und Mädler eine Reihe von Hügelketten mit Thälern dazwischen und mit einem Ringberg in der Nähe. Beitr. zur phys. Kenntniß der himml. Körper, S. 61. Auf ihrer großen Mondkarte sieht man nicht weit vom Südpol merkwürdige Hügelketten, fast ein Quadrat formirend ein Kreuz einschließend, in welchem eine lebhafte Phantasie ebenfalls künstliche Werke sehen könnte.

Digitized by Google

Weltkörpers ist. Der Bau und das Leben der organischen Wesen wird, wie schon hier auf der Erde, sich in Einklang mit den äußeren Umständen normiren; die organische Welt wird in Beziehung zur Größe, Dichtigkeit, Bewegung, den Licht-, magnetischen, elektrischen, atmosphärischen Verhältnissen jedes Weltkörpers stehen. Schon zwischen den Planeten unseres Sonnensystems herrscht außerordentliche Verschiedenheit; Merkur z. B. empfängt 6½mal so viel Licht als die Erde, Neptun 900mal weniger. Die inneren Planeten haben dünne, die äußeren sehr dichte Atmosphären. Irdische Organismen würden kaum auf den der Erde nächsten Planeten, Venus und Mars aushalten; schon auf dem Jupiter würden wir wegen der viel größeren Schwerkraft zu Boden gezogen. Auf Jupiter, Saturn, der Sonne sind hohe Berge wegen der gewaltigen Schwerkraft nicht wahrscheinlich, riesig sind sie dagegen auf unserm Monde, wo die Schwerkraft 6mal geringer ist, als auf der Erde.

218. Es wird Weltkörper geben, die noch im Anfang ihrer Entwickelung stehen, wo allein noch die elementare Natur herrscht, andere bei welchen es erst zur Bildung niedriger Lebensformen gekommen ist, wieder andere bei welchen der Geist zum Durchbruch gekommen ist und sich in der Erscheinung intelligenter Wesen geoffenbart hat. Ueber die Beschaffenheit der Bewohner anderer Welten wird der Bewohner dieser Erde nie etwas auszumitteln vermögen. Vermuthlich steht aber die Höhe der Organisationen in einem Verhältniß zum Rang der Weltkörper, und es sind Millionen gegen Eins zu wetten, daß die vollkommensten Wesen nicht auf den kleinen, dunkeln und abhängigen Planeten, sondern auf den Sonnen erscheinen werden, die ja vorzugsweise das Sphärenuniversum darstellen. Die höchsten organischen Formen der Erde sind in den Oceanen und auf den großen Continentalmassen entstanden, nicht in einem Wassertropfen oder auf einer isolirten Klippe. *)

219. Was die Entstehung, Entwickelung und den Untergang der Weltkörper betrifft, so hat der menschliche Scharfsinn seit den Zeiten der Jonischen Philosophie (2700 v. Chr.) bis zur jüngsten Gegenwart sich umsonst mit Lösung dieser Probleme bemüht. Es scheint übrigens nicht gerade die Beschränktheit des menschlichen Geistes zu seyn, welche hier eine befriedigendere Einsicht versagt, als mehr noch der Umstand, daß die nöthigen Bedingungen der Forschung nicht gegeben sind. Hätten wir diese so in unserer Gewalt, wie z. B. bei Untersuchung des Entstehens und Lebens der Thiere und Pflanzen, so würden wir, blieben uns auch hier wie überall die tiefsten und letzten Ursachen verborgen, doch eine Reihe vermittelnder Vorgänge beobachten und auf dieser Grundlage weiter schließen kön-

*) Ueber die Bewohner anderer Weltkörper ist viel Unnöthiges geschrieben worden; Manches davon belehrt einigermaßen durch sinnreiche Kombination oder ergötzt durch Humor. Ein Produkt, dem keines von beiden nachgerühmt werden darf, ein wahrhaft schmähliches Produkt ist: „Naturgemäße und spirituelle Verhältnisse des Mondes, von Dr. Ch. F. Zimpel. Stuttgart 1852, in welchem Christus redend eingeführt und demselben der baarste Unsinn in den Mund gelegt wird.

Digitized by Google

nen. So aber sind die gegebenen Bedingungen dem zu lösenden Problem nicht angemessen, unser Leben ist wie ein Augenblick gegen die Entwickelungsperioden der Weltkörper, wir, bestimmt und organisirt, die Mikrokosmen dieser Erde zu ergründen, können über das Wesen des Makrokosmus nur einige mehr oder weniger wahrscheinliche Vermuthungen aufstellen.

220. Es gibt zwei verschiedene Grundanschauungen rücksichtlich der Entstehung des Universums. Die einen, Herschel an der Spitze, glauben, verschiedene Stufen der Ausbildung von Weltkörpern wahrzunehmen, die, hervorgehend aus der Verdichtung gestaltlosen leuchtenden Bildungsstoffes, auf zweiter Stufe schon gesonderte, wenig deutlich begrenzte Nebel darstellen, auf dritter glänzendere Nebelflecken mit deutlichem Umriß, auf vierter kuglig begrenzte, bereits mit einem, zweien oder mehreren leuchtenden Einzelkernen, die auf fünfter und sechster, je nach ihrer ursprünglichen Anlage, als nebelfreie Doppel- und mehrfache Sterne oder als Einzelsonnen erscheinen. An Herschel schließt sich Laplace an, welcher darstellt, wie aus einer anfänglich in weitem Raum ausgebreiteten Sonnenurmasse ein Planetensystem entstehen kann. Unsere Sonne sey ursprünglich von einer weiten, stark erhitzten Dunsthülle umgeben gewesen, die wegen ihrer schnellen Drehung eine flache Scheibe darstellte. Durch Ausstrahlung der Hitze in den Weltraum zog sich die Dunsthülle allmälig erkaltend und sich verdichtend zusammen; in Folge der Schwungkraft trennten sich, von außen anfangend, Ringe von der Scheibe, die alsobald sich zu Kugeln ballend, ihre Kreisbewegung fortsetzten und dabei eine Drehung um die eigene Axe annehmen mußten, weil die äußeren Theile sich schneller bewegten, als die inneren. Die Dunstkugeln, stärker erkaltend, wurden zu Planeten; von manchen lösten sich in Folge der Schwungkraft kleinere Massen ab, zu Monden sich gestaltend oder zu Ringen, wie die des Saturn. Andere haben diese Hypothese näher ausgebildet; ein jetzt oft gezeigter Versuch des Physikers Plateau dient zu ihrer Erläuterung. Man gießt in eine Mischung von Wasser und Weingeist, genau vom specifischen Gewichte des Olivenöls, ein Quantum dieses letztern, das Oel zieht sich zur Kugel zusammen, die in der Mitte des Gefäßes schwebt. Steckt man nun ein Stäbchen mit einer Kurbel durch die Mitte der Oelkugel und dreht es, so geräth sie bald in Rotation und plattet sich nach dem Gesetz der Schwere an den Polen um so mehr ab, je schneller die Drehung wird. Endlich wird die Kugel zur Scheibe, von der sich bei einem bestimmten Grade der Drehungsgeschwindigkeit ein Ring oder bei einem noch höhern einzelne Theile losreißen, die sich zu Kugeln formiren, welche die Umdrehung um den ursprünglichen Mittelpunkt fortsetzen und zugleich um ihre eigene Axe rotiren.

221. Eine zweite Grundanschauung betrachtet das Sphärenuniversum als ein in undenklicher Vorzeit und auf unbekannte Weise Gewordenes, seit Aeonen Stationäres; es findet in ihm jetzt weder Werden noch Vergehen statt. Es gibt keinen gestaltlosen Bildungsstoff der Weltkörper, es verschwinden auch keine der einmal vorhandenen; was uns als Lichtnebel erscheint, sind nur so weit entfernte Sternsysteme, daß unsere Teleskope sie nicht mehr aufzulösen

Digitized by Google

vermögen; angeblich verschwundene Sterne sind solche, die uns etwa durch große, dunkle, um sie rotirende Körper fast immer verdeckt, nur in längeren Perioden, bei bestimmten Stellungen sichtbar werden. An unserm Sonnensystem erkennen wir, daß alle Bewegungen so normirt sind, alle Störungen in kürzeren oder längeren Perioden so ausgeglichen werden, daß die Dauer des Ganzen für alle Zeit gesichert erscheint. Vertreter dieser Ansicht ist unter Anderen Lamont in München.

222. Ich habe schon in meiner »Naturgeschichte als philosophische und Humanitätswissenschaft,« Bd. I, S. 281, 297 die Ansicht ausgesprochen, daß aus bloßer Anziehung und Verdichtung noch keine Weltkörper entstehen, sondern daß hiezu auch *gestaltende, organisirende* Principien nothwendig seyen. Die Weltkörper sind nicht todte, mechanische Aggregate; sie zeigen elektrische, magnetische, Licht- und Wärme-Erscheinungen, durchlaufen eine Entwickelung; in ihrem anfangs differenzlosen Chaos, d. h. ihrem die verschiedensten *Möglichkeiten* in sich bergenden Urgrund, entsteht durch Setzung von Verschiedenheit eine elementarische, chemische, mineralische Welt; sie gliedern sich selbst in große, auf und in einander wirkende Regionen (des Feurigen, Erdigen, Wässerigen, Flüssigen) und werden endlich, indem im Laufe der Zeiten das in ihnen Verborgene, Verschlossene zu Tage tritt, sich herausetzt und offenbart, zu Trägern kleinerer Welten des Lebens, organischer Wesen. Bloße Verdichtung und Erkaltung der Sonnenurmasse erklärt nicht die principielle Verschiedenheit der Sonne einerseits und der Planeten (mit ihren Monden) und Kometen andererseits, so wie die so verschiedene Construction und Natur der einzelnen Planeten, Verschiedenheiten die in ihrer Dichtigkeit, im Verhältniß der Atmosphären zu ihren Kernen, in ihrer lichtreflectirenden Kraft u. s. w. so augenfällig hervortreten. Noch weniger reichen mechanische, physikalische, chemische Erklärungen, mit denen man in der neuesten Naturwissenschaft, *jedoch begreiflicherweise ohne nachhaltigen Erfolg*, Alles abzumachen meint, in Rücksicht der *Lebenserscheinungen* auf den Weltkörpern aus; nur indem sie mit ihrer Organisation zusammengefaßt werden, hat man *alle* Stufen ihres Wesens, ihre Totalität vor Augen.

223. Wenn das Planetensystem aus einer gemeinschaftlichen Urmasse hervorgegangen ist, so mußte der erste Gegensatz in dieser zwischen dem centralen und den peripherischen Körpern seyn, die Haupt- und Nebenplaneten einerseits und die Kometen andererseits stehen wieder im Gegensatz der Beschaffenheit und Entstehungsweise. Gegensätze untergeordneter Art treten zwischen den Hauptplaneten und ihren Monden hervor; behauptet man ja mit Recht, daß im Jupitersystem eine verkleinerte und reducirte Nachbildung des ganzen Planetensystems gegeben sey. — Die gemeinschaftliche Bewegung aller Planeten und Monde von West nach Ost, in Uebereinstimmung mit der Drehungsrichtung der Sonne, deutet auf einen gemeinschaftlichen Ursprung hin; ebenso die im Allgemeinen wachsende Dichtigkeit von den äußeren zu den inneren Planeten. Daß bei dem Zerfallen der ursprünglichen Bildungsmasse in ihre Glieder eine gewisse Gesetzmäßigkeit herrschte, beweist die Proportion, in

Digitized by Google

welcher die Entfernungen der einzelnen Körper von der Sonne wachsen. Setzt man nämlich die Entfernung der Erde von der Sonne $= 4 + 3 \times 2$, also $= 10$, so beträgt die des Mars ungefähr $4 + 3 \times 4 = 16$, die der Asteroiden $4 + 3 \times 8 = 28$, des Jupiter $4 + 3 \times 16 = 52$, des Saturn $4 + 3 \times 32 = 100$, des Uranus $= 4 + 3 \times 64 = 196$; bei Venus ist das Verhältniß $4 + 3$, bei Merkur ungefähr 4, — denn ganz genau stimmen die wirklichen Entfernungen nicht mit dieser Verhältnißreihe überein; doch geht die Abweichung bei den genannten Planeten nicht über $^1/_{20}$. Anders hingegen ist es bei Neptun; hier sollte das Verhältniß sein $4 + 3 \times 128 = 388$; die Entfernung ist aber in Wahrheit um $^1/_5$ kleiner. Nichtsdestoweniger ist diese Reihe immer merkwürdig genug, auf einen gemeinschaftlichen Ursprung des Planetensystems und auf eine innere Gliederung seiner Urmasse hinzuweisen.

224. Was die Ansicht betrifft, daß auch die fernsten Nebelflecken sich bei hinreichender optischer Kraft der Fernröhren in Sterne auflösen würden, und daß kein gestaltloser Lichtnebelstoff im Raum vorkomme, so möchte dieselbe wenigstens auf jene Nebelflecken kaum anwendbar seyn, die in der Mitte oder an den Enden oft deutliche Sterne haben; hier scheinen diese doch aus der gestaltlosen Masse sich hervorzubilden.

225. Was in der Zeit entstanden ist, wird wohl auch in der Zeit untergehen. Man führt zwar an, daß z. B. in unserem Planetensystem ein Zustand der Ausgleichung eingetreten sey, welcher eine unbegrenzte Dauer desselben verbürge; die verschiedenen Arten der Störungen gleichen sich in verschiedenen Perioden immer wieder aus; die großen Axen der Bahnellipsen und hiemit die Umlaufszeiten aller Planeten sind unveränderlich u. s. w. Die mathematische Analyse weise nach, behauptet man ferner, daß dieser Zustand schon undenklich lange Zeit bestanden haben müsse. Die Länge des Sternentages hat sich nach Laplace seit 2000 Jahren nicht verändert, was der Fall gewesen seyn würde, wenn die Temperatur der Erde, hiemit Volumen und Axendrehung sich geändert hätte, und doch haben wir in dieser Zeit unsere Stellung im Raume muthmaßlich um 64,000 Millionen Meilen verändert. — Diese Gründe beweisen aber nicht die Unrichtigkeit des oben ausgesprochenen Grundgesetzes von allem Gewordenen, sondern nur, daß die Dauer des kosmischen Körpers eine nach menschlichen Begriffen undenklich lange sey. Die Möglichkeit einstiger Auflösung und Zerstörung läßt sich sowohl aus inneren Vorgängen, als aus äußeren Conflicten bei der Begegnung mit anderen Systemen herleiten.

Digitized by Google

Viertes Hauptstück.

Lehre von der Erde. Geologie.

226. Unsere Erde, der dritte Planet des Sonnensystems, ist ein Sphäroid, welches an den Polen und etwas auch unter dem Aequator (in der Richtung vom atlantischen zum stillen Ocean) abgeplattet ist. Der Erdkörper erscheint aus festen Massen gebildet, mit wahrscheinlich sehr dichtem Kern; fast drei Viertheile sind vom Meere überfluthet und eine Lufthohlkugel umgibt das Erdwasserspharoid. Erdfeste, Meer und Luft sind gleichsam die Organe des Ganzen, welche in unaufhörlicher Wechselwirkung stehen.

Die Atmosphäre.

227. Die Atmosphäre ist unter diesen Organen das beweglichste und veränderlichste; Sonne und Mond veranlassen in ihr Ebbe und Fluth, die Erde durch ihre Axendrehung Strömungen; Licht, Wärme und Elektrizität, unaufhörliche Bewegungen, optische, thermische, elektrische Erscheinungen von vielerlei Art; auch die von der Atmosphäre so abhängige organische Welt wirkt auf sie zurück. Ihre Gestalt ist ellipsoidisch, ihre Höhe unbekannt; sie muß aber nach den Dämmerungserscheinungen schon in 7 geogr. Meilen Höhe (wenn sie so weit reicht) bereits so dünn seyn, daß sie kein Licht mehr reflektirt. Nach dem Gewichte besteht die Luft aus $23{,}_3$ Sauerstoff und $76{,}_7$ Stickstoff, nach dem Volumen aus $78{,}_{999}$ Stickstoff, 21 Sauerstoff, $0{,}_{001}$ kohlensaurem Gas, welche Substanzen in ihr nur mechanisch gemengt scheinen.

228. Die Schwankungen des Barometers entstehen durch die sich stets ändernde Vertheilung der Wärme in der Luft und auf der Erde. Nur unter den Tropen sind diese Schwankungen regelmäßig, bei uns sind die zufälligen weit bedeutender. Im Durchschnitt nehmen wir bei Südwest den tiefsten, bei Nordost den höchsten Barometerstand wahr; hoher Barometerstand zeigt im Allgemeinen heiteres, tiefer regnerisches Wetter an. Ebenso entstehen durch die immer wechselnde Wärme Luftströmungen, Winde. An Inseln erhebt sich nach Sonnenaufgang der gegen das Land blasende Seewind; die wärmere Landluft steigt nämlich über der Insel in die Höhe, fließt oben ab und unten strömt die kältere Seeluft nach dem Lande; nach Sonnenuntergang erkaltet das Land als besserer Wärmeleiter schneller als das Meer, und es erhebt sich ein Landwind, die Luft strömt unten gegen das Meer, in den höheren Regionen vom Meere gegen das Land. — Schnelle Verdichtung des Wasserdampfes, z. B. bei Gewittern, erzeugt einen verdünnten Raum, in welchen die Luft von allen Seiten mit Gewalt eindringt. Manchmal herrschen in verschiedenen Höhen ganz entgegengesetzte Luftströmungen.

Digitized by Google

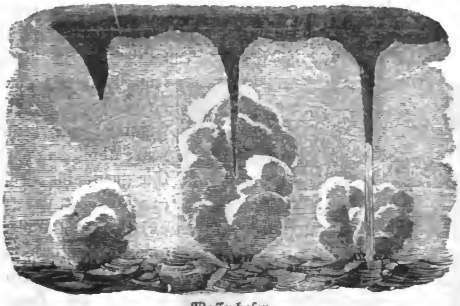
229. Zwischen den Tropen wehen beständige Ostwinde, Passatwinde; sie benützen die von Europa nach Amerika und die von Amerika nach Asien und Neuholland Schiffenden. Im nördlichen Theil der heißen Zone weht der Passat etwas nordöstlich, im südlichen südöstlich; zwischen beiden befindet sich ein Gürtel der Windstillen, indem die Horizontalbewegung der zusammentreffenden Passatströme der aufsteigenden erhitzten Luft gebrochen wird. Die Passatwinde erklären sich aus den von den Polen nach dem Aequator strömenden Luftmassen in Verbindung mit der Einwirkung, welche die Drehung der Erde hierauf ausübt. Außer diesen unteren Passats finden in den höheren Regionen obere statt, die den unteren gerade entgegengesetzt sind, entstehend durch die unter dem Aequator aufsteigende, nach den Polen abfließende Luft. Im nördlichen Theil des indischen Oceans weht ½ Jahr ein beständiger Südwest, das andere halbe Jahr ein beständiger Nordost: das sind die Moussons. — Die in der nördlichen Halbkugel außer der Passatregion immer mit einander wechselnden NO. und SW. entstehen ebenfalls durch die von den Polen gegen den Aequator und von diesem gegen die Pole strömenden Luft; beim Uebergang des einen in den andern dieser auch bei uns herrschenden Winde wehen Zwischenwinde aus allen Richtungen, so daß gewöhnlich der Wind von NO. nach O., S., W., N., nicht aber umgekehrt herumgeht, wobei mit dem SW. im Winter Regen beginnt, der mit W. und NW. sich in Schnee verwandelt, während N. und NO. Heiterkeit und hohen Barometerstand bringen. — Stürme entstehen durch Gleichgewichtsstörungen im Luftkreise und namentlich durch Verdichtung des Wasserdampfes; sie sind als große fortschreitende Wirbel anzusehen, wie besonders bei den fürchterlichen Tornados Amerika's deutlich ist. Auch die Tromben sind solche Wirbel; sie decken oft Häuser ab, reißen Bäume aus, heben Wassermassen 1000′ und darüber empor, wo sie dann Wasserhosen heißen, wie solche die nebenstehende Abbildung und die auf S. 107 darstellen.

Eine Wasserhose im Entstehen.

230. Die Luft enthält mehr oder weniger unsichtbaren Wasserdampf, der erst wieder sichtbar wird, wenn er Wolken, Thau, Reif bildet; gesättigt heißt die Luft mit Wasserdampf, wenn derselbe das ihrer Temperatur angemessene Maximum der Spannkraft und Dichtigkeit erlangt hat. Ein kalter Körper, in solche Luft gebracht, wird durch die Erkaltung der ihm nächsten Luftschichten einen Niederschlag ihres Wasserdampfes bewirken, der sich an kalten

Digitized by Google

Körpern, z. B. Fensterscheiben, in feinen Tröpfchen absetzt; ebenso entsteht der Thau an Körpern, die des Abends, durch Ausstrahlung ihrer Wärme, immer mehr (2—8° unter der umgebenden Luft) erkalten. Gras und Blätter strahlen besonders viel Wärme aus. Gefrorener Thau heißt Reif. Durch Daniell's Hygrometer und August's Psychrometer hat man ermittelt, daß der Wasserdampf der Luft sich nach Sonnenaufgang vermehrt, einige Stunden später sich vermindert, in den späteren Nachmittagsstunden wieder sich vermehrt; die Nacht hindurch findet wegen der sinkenden Temperatur keine Dampfbildung mehr statt. Im Januar enthält die Luft am wenigsten Wasserdampf, im Juli am meisten. Im Allgemeinen nimmt dessen Menge vom Aequator gegen die Pole und von den Küsten gegen das Innere der Continente ab.



Wasserhosen.

231. Nebel entstehen durch Verdichtung der Wasserdämpfe zu unzähligen hohlen, mikroskopischen Wasserbläschen, die wie Seifenbläschen in der Luft schweben; Nebel höherer Regionen heißen Wolken. Howard unterschied die Federwolke, cirrus, aus sehr zarten, streifigen oder lockeren und federartigen Fasern bestehend, nach schönem Wetter zuerst erscheinend; diese Gattung ist die höchste, schwebt bis 20,000′ hoch und besteht wahrscheinlich aus Schneeflocken; dann die Haufenwolke, cumulus, welche große, halbkugelförmige Massen, wie auf horizontaler Basis ruhend, darstellt, manchmal fernen Schneebergen ähnelnd; ferner die Schichtwolke, stratus, horizontale Streifen bildend, die besonders bei Sonnenuntergang in ungemeinem Farbenglanz sich darstellen. Diese Formen gehen in einander über; die sogen. Schäfchen z. B. bilden ein Mittelglied zwischen Feder- und Haufenwolke, die Regenwolke, nimbus, zwischen Haufen- und Schichtwolke ꝛc.

232. Der Regen entsteht, wenn durch fortwährende Verdichtung des Wasserdampfes die Dunstbläschen größer und schwerer werden, endlich zusammenfließend Tropfen bilden, die nach unten fallend sich vergrößern. Durch die sogen. Regenmesser bestimmt man die Menge des Regens, welcher jährlich an einem Orte fällt; sie beträgt für St. Petersburg 17, Paris 21, London 23, Rom 29, Dover 44, Bergen 83, Havannah 86, Granada (in Amerika) 105 Zoll. Die Vertheilung des Regens und Anzahl der Regentage sind in verschiedenen Gegenden verschieden; in Deutschland rechnet man jährlich 80 Regentage; in den Tropenländern beträgt die Regenzeit 3—5 Monate und hält

Digitized by Google

wegen der periodischen Winde mehr oder minder strenge Periodicität ein. — Manche Länder, namentlich Südamerika's und Australiens, leiden von Zeit zu Zeit an Dürreperioden, die oft mehrere Jahre dauern und auf welche sicher regnerische Jahre folgen.

233. Bestehen die Wolken nicht aus Dunstbläschen, sondern aus feinen Eiskrystallen, und legen sich diese unter bestimmten Winkeln an einander, so entstehen Schneeflocken. Dieselben gehören dem Krystallsysteme des Bergkrystalls an und zeigen oft höchst regelmäßige Figuren, wie beistehende Abbildung zeigt. Die meist im Frühling fallenden Graupeln bestehen aus zusammengeballten, nadelförmigen Eiskrystallen; die Hagelkörner, die von der Größe einer Haselnuß bis beinahe zu der einer Faust vorkommen, haben in der Mitte meist einen undurchsichtigen Kern, von einer oder mehreren Schichten durchsichtigen Eises umgeben; die Bildung des oft so schreckliche Verheerungen anrichtenden Hagels ist noch unbekannt; wahrscheinlich wirkt hiebei die Elektricität mit. Die Hagelwolken sind dunkel und schweben tief; bei Nacht fällt selten Hagel.

234. Die blaue Farbe des Himmels entsteht dadurch, daß die Lufttheilchen das Blau in den Lichtstrahlen reflektiren; auf sehr hohen Bergen erscheint dieses Blau fast schwarz, weil hier der an und für sich dunkle Himmelsraum von einer viel dünneren blauen Luftschicht bedeckt wird. Abend- und Morgenroth entstehen wahrscheinlich durch den in der Luft enthaltenen Wasserdampf, der sich hiezu in einem mittlern Verdichtungszustand befinden muß; im vollkommen gasförmigen Zustande ist derselbe ganz farblos und läßt die Luft äußerst durchsichtig erscheinen, am meisten wenn auf starken Regen der Himmel wieder klar wird. Rothe Wolken am Morgen deuten auf Regen, graue am Morgen und rothe am Abend auf schönes Wetter.

235. Die Dämmerung kommt dadurch zu Stande, daß die Luft und die Wassertheilchen in ihr am Abendhimmel noch eine Zeit lang von der schon untergegangenen Sonne beschienen werden. In Mitteleuropa dauert sie, bis die Sonne etwa 18° unter dem Horizont ist; in höheren Breiten währt sie länger, weil wegen der dort sehr stark geneigten Sonnenbahn die Sonne mehr Zeit braucht, um 18° unter den Horizont zu sinken. In den Tropenländern währt die Dämmerung sehr kurz, oft nur einige Minuten; erstlich wegen der sehr geringen, unter dem Aequator ganz verschwindenden Neigung der Sonnenbahn, dann weil die Luft von Dünsten fast ganz frei ist, somit keine Reflexion des Lichtes aus den oberen Regionen stattfinden kann.

Digitized by Google

236. Den Regenbogen sieht man, wenn man hinter sich die Sonne, vor sich eine Regenwolke oder den Staubregen einer Kaskade und Fontaine hat; das wahrgenommene Bogenstück ist um so größer, je tiefer die Sonne steht; vom Mastkorb der Schiffe sieht man manchmal den ganzen Kreis. Die Strahlen der Sonne werden in den Tropfen zweimal gebrochen und einmal reflektirt, wodurch außen ein rother, innen ein violetter Ring entsteht, zwischen welchen die anderen prismatischen Farben liegen, so daß der Regenbogen gleichsam ein in einen Kreisbogen von etwa 2^0 Breite und 42^0 Radius ausgedehntes Spektrum darstellt. Gewöhnlich sieht man noch einen größern zweiten Regenbogen um den ersten, dessen viel blässere Farben in umgekehrter Ordnung stehen; dieser entsteht durch Lichtstrahlen, die zweimal gebrochen und zweimal innerlich reflektirt werden.

237. Die sogen. Höfe um Sonne und Mond, farbige Ringe oder nur Ringtheile, kommen wahrscheinlich zu Stande durch Interferenz der Lichtstrahlen, bewirkt durch die Dunstbläschen der Luft. — Bisweilen sieht man zwei größere farbige Kreise um Sonne oder Mond von 22—23^0 und 46—47^0 Halbmesser, mit einem hellern mittlern Querstreifen, der sich oft nur bis zum kleinern Ring fortsetzt, bald diesen durchschneidet und bis zu Sonne oder Mond reicht. Da wo dieser mittlere Streif zu beiden Seiten den kleineren Ring berührt, ist er am hellsten; diese beiden hellen Stellen sind die sogen. Nebensonnen; manchmal erscheint auch am vertikalen Theil des Ringes eine solche Nebensonne oder ein lichtes, in umgekehrter Richtung verlaufendes Bogenstück. Diese Erscheinung erklärt man durch Eisnadeln in der Luft, welche die Lichtstrahlen wie Prismen von drei gleichen Seiten brechen.

238. Die großartigste Erscheinung des Luftkreises, das Gewitter, wird durch Elektricität veranlaßt; der Blitz ist nur ein elektrischer Funke und bewegt sich, wie die aus Maschinen gezogenen, im Zickzack. Läßt man, wie zuerst Franklin that, Papierdrachen in die Luft steigen, so kann man oft Funken aus der Schnur ziehen, wenn man den Finger gegen ihr Ende hält. Die Luft ist auch bei heiterem Himmel elektrisch gespannt; in den Wolken ist die Elektricität bald ruhend, bald positiv oder negativ; die ungewöhnliche Bewegung der Wolken während eines Gewitters rührt großentheils von elektrischer Anziehung und Abstoßung her; eine begleitende, durch rasche Verdichtung des Wasserdampfes verursachte Erscheinung ist der Sturm; die gleiche Ursache bewirkt auch die intensive E. der Gewitterwolken. Die bisweilen über eine Meile betragende Länge der Blitze entsteht nicht dadurch, daß das elektr. Fluidum den ganzen Weg durchläuft, sondern daß in der ganzen Reihe der elektrisirten Wasserdampfbläschen Funken überspringen. Dem geht parallel der durch Schwingungen der erschütterten Luft entstehende Donner; den Blitz sieht man wegen der schnellen Fortpflanzung des Lichtes fast gleichzeitig an allen Punkten, den Donner hört man aber wegen der viel langsameren Fortpflanzung des Schalles zuerst an den nächsten, dann von immer ferneren Punkten, woher sein Rollen, obwohl er an allen Punkten fast gleichzeitig entsteht. — Wenn etwa eine + elektr. Wetterwolke über einer großen Wasserfläche schwebt, so wirkt sie zertheilend auf die E. im Wasser,

Digitized by Google

die + abstoßend, die — anziehend, wodurch Erhebung des Wassers entsteht. Es kann sich nun die E. der Wolke allmählig verlieren, oder es kann, wenn sie stark genug geladen ist, aus ihr ein direkter Entladungsschlag geschehen, ein Funke, also ein Blitz überspringen. Die Wolke kann sich aber auch nach einer andern Richtung hin entladen, was zur Folge hat, daß die im Wasserberg angehäufte — Elektr. schnell ab-, die abgestoßene + schnell zuströmt, welche plötzliche Ausgleichung Rückschlag heißt. Die heftigsten Wirkungen veranlaßt der direkte Schlag, er zertrümmert und zündet, der Rückschlag ist weniger heftig, zündet nicht („kalter Streich"), kann jedoch tödten. Erhöhte Gegenstände sind dem Blitzschlag besonders ausgesetzt, Bäume, Gesträuche, Felsen ꝛc.; in Gebäuden werden namentlich die besseren Leiter getroffen. — Bei einem furchtbaren Gewitter 1793 zu Buenos-Ayres schlug der Blitz an 37 Orten in der Stadt ein und tödtete 19 Menschen (Azara's Reise, I, 36). In Sardinien ist nach Cetti Donner selten und schwach.

Das Meer und die Gewässer der Feste.

239. Das Meer, die beckenförmigen Vertiefungen der Außenfläche der Erde einnehmend, bedeckt fast drei Viertheile dieser; aus ihm ragen die Continente und Inseln empor. Das Meer wird durch den Schwerezug des Mondes und der Sonne, durch die Axendrehung der Erde, die Temperaturausgleichung seiner Wassermassen und durch die Atmosphäre bewegt, mit welcher letztern es in unaufhörlicher Wechselwirkung steht. Die Völker trennt und verbindet, den Geist und Muth des Menschen erregt es zur höchsten Energie, erfreut ihn durch seine Größe, Schönheit und wechselvolle Erscheinung, und erschüttert ihn durch seine Schrecken.

240. Die Gewässer der Feste könnten ohne das Meer nicht fortbestehen, manche sind selbst nur Ueberbleibsel, isolirte Bruchstücke von ihm, wie z. B. der sogen. Kaspi- und Aralsee. Die große Mehrzahl der Wolken entsteht durch den aus dem Ocean aufsteigenden Wasserdampf, der als Hydrometeore (Regen, Thau, Schnee, Hagel) niederfällt oder sich an den höchsten und kältesten Theilen des Landes niederschlägt: hiedurch bilden sich die Quellen, welche Bäche, Flüsse, See'n darstellen. Die plastische Form, das Relief der Erdoberfläche, bestimmt die Zahl und Gestalt der Stromsysteme, die Schnelligkeit der Bewegung der Gewässer nach dem Meere zu. So sehen wir zwischen Meer und Land das Wasser unaufhörlich kreisen; von jenem in Dampfform aufsteigend, als Tropfbarflüssiges in die Tiefe rinnend, kehrt es wieder zum Ocean, seiner Ursprungsstätte zurück.

241. Man unterscheidet geographisch das nördliche Eismeer, das atlantische, indische Meer, das stille Meer oder den großen Ocean und das südliche Eismeer, welche alle unter sich zusammenhängen und mit Ausnahme des letzten sich vielfach in die Landmassen einbuchten. Die Tiefe der Meere ist nicht genau bekannt; Capitän Roß fand auf seiner Reise nach dem Südpol in 68° 34′ s. Br. und 12° 49′ w. L. mit 4000 engl. Faden (zu 6 Fuß)

Digitized by Google

keinen Grund, in 51° 3′ s. Br. 23° 14′ w. L. mit 4600 Faden Grund. Zur schwierigen Messung großer Tiefen dienen verschieden construirte Bathometer, Tiefenmesser; die Beschaffenheit des Meeresbodens erkennt man aus dem, was unten in der mit Talg ausgegossenen Höhlung des Senkbleis hängen bleibt. Die größten gemessenen Meerestiefen kommen, wie man sieht, den höchsten Erhebungen der Feste gleich, übertreffen 1 deutsche Meile. Nimmt man mit Laplace die mittlere Tiefe auf 12,000 Fuß an, so faßt der Ocean etwa 3,000,000 Kubikmeilen Wasser, während alle Ströme jährlich nur etwa 75 Kubikmeilen in den Ocean ergießen. Das Niveau der Meere ist im Allgemeinen ziemlich gleich; doch steht das Wasser in einigen Einbuchtungen, woselbst es zusammengedrängt wird, z. B. in der Nordsee und im arabischen Meerbusen, höher als in den Nachbaroceanen, in gewissen Binnenmeeren, z. B. dem kaspischen bedeutend tiefer.

242. Das Meerwasser ist durch seine Beimengungen von bitter-salzigem Geschmack schwerer als das süße (im Verhältniß wie 1026:1000), vermag daher größere Lasten zu tragen und der Fäulniß zu widerstehen. Die europäischen Meere enthalten in 1000 Theilen 38—41 beigemengte Substanzen (kohlensaures Gas, salzsaure und schwefelsaure Bittererde, schwefelsauren Kalk, kohlensauren Kalk und Bittererde, salzsaures Natron, Jod, Brom); die Meere der heißen Zone scheinen hieran noch reicher zu seyn.

243. Die mittlere Temperatur des Meeres ist überall höher als die des angrenzenden Landes. Weil das kältere, deßhalb schwerere Polarwasser in der Tiefe gegen den Aequator strömt, das wärmere Aequatorialwasser mehr in den oberen Schichten gegen die Pole, so sind auch die tropischen Meere in größeren Tiefen bedeutend kälter als an der Oberfläche. Nirgends scheint aber der Meeresgrund gefroren zu seyn, und in sehr großen Tiefen mag wohl die Temperatur wieder zunehmen. Das Seewasser gefriert erst bei — 5°, wobei das Salz sich in kleinen Krystallen ausscheidet; geschmolzenes Meereis gibt also beim Aufthauen süßes Wasser. Das Polareis, namentlich die vor dem festen Eis liegende Zone der größeren Massen des Treibeises (schwimmende Eisfelder, zu welchen sich abgebrochene Glätscherenden als Eisberge gesellen), erschwert die Reise in sehr hohen Breiten furchtbar und bringt vielen Schiffen den Untergang; seine Farbe ist bläulich oder grünlich und von ihm her weht ein schneidend kalter Wind. Die Oberfläche der Eisfelder und Eisberge ist häufig mit Blöcken und Schutt bedeckt.

244. Die grünliche Farbe des Seewassers wollen Manche vom Jod und Brom herleiten; die Farbe wechselt, aus größerer Ferne gesehen, vielfach in grünen und blauen Tinten nach Sonnenstand, Wolken, Beschaffenheit des Grundes u. s. w. Große Strecken des Meeres (selten der See'n) erscheinen bisweilen durch Organismen gefärbt: Crustaceen, Quallen, Infusorien, Bacillarien. Der Grad der Durchsichtigkeit ändert sich nach den Gegenden; außerordentlich klar ist z. B. das Meer an den westindischen Inseln und bei Mindora im indischen Ocean, wo man in Tiefen von 10—20 Faden noch die Korallen und die Farbe des Meergrundes erkennt. Das Leuchten des Meeres,

Digitized by Google

ein prachtvolles und großartiges Phänomen, besonders in der heißen Zone, rührt von lebenden Infusorien, Quallen, Weichthieren und Würmern her, deren Lichtentwickelung durch jede Erschütterung des Wassers verstärkt wird, so daß die Schiffe eine Feuerfurche hinter sich haben.

245. Die wichtigste unter den regelmäßigen Bewegungen des Meeres ist Fluth und Ebbe. Durch die anziehende Kraft, namentlich des Mondes, viel weniger der 400mal ferneren Sonne, wird das Meer beim Durchgang dieser Himmelskörper durch den Meridian erhoben und sinkt nach dem Aufhören der Anziehung wieder. Der Durchgang von Mond und Sonne erfolgt wegen der Axendrehung der Erde täglich zweimal im obern und untern Meridian; daher kehrt Fluth und Ebbe täglich zweimal wieder. Etwa 6 Stunden währt eine Fluth, wobei das Meer in schäumenden Wellenreihen gegen die Küsten rollt, die flachen Ufer überschwemmt, die Flüsse aufstaut; etwa 15 Minuten nach Erreichung des höchsten Standes fällt es nahe an 6 Stunden, zieht sich zurück, was Ebbe heißt; hierauf beginnt wieder die 6 Stunden lange Fluth, nach ihr wieder die Ebbe. Zur Zeit des Neu- und Vollmondes steigen die Fluthen höher (Springfluthen), um die Mondviertel bleiben sie niedriger (Nipfluthen). Die Erscheinungen der Fluth und Ebbe werden durch herrschende Winde, Gestalt der Küsten, große Ströme ꝛc. bedeutend modificirt und verlaufen nur in freien Meeren ganz rein. Jeden Monat einmal, im Voll- oder Neumond, trifft die Culmination der Sonne mit der des Mondes zusammen, wodurch die Fluthhöhe vergrößert wird. In freien Meeren beträgt die Höhe der Fluth unter 3 bis höchstens 8′; wo aber das Meer sich an Küsten bricht oder in engen Straßen zusammengedrängt wird, kann die Springfluth auf 30—70′ steigen, z. B. bei St. Malo, an der Nordwestküste Frankreichs auf 50′, an der Westküste von Nordamerika bis 70′.

246. Durch die Drehung der Erde um ihre Axe entsteht die große Ostwestströmung, indem das Meer nicht mit gleicher Geschwindigkeit der Erde folgt, sondern stets etwas zurückbleibt, was als der westöstlich erfolgenden Rotation entgegengesetzte ostwestliche Bewegung erscheint, welche auch durch die vom Monde veranlaßte Fluthbewegung und in der Aequatorialzone durch den beständigen Ostwind unterstützt wird. Im großen, indischen und atlantischen Ocean legt das Wasser bei der Ostwestströmung 2—3 Meilen in einem Tage zurück, viel mehr aber in den Straßen, welche diese Oceane mit einander verbinden. Viele für die Schifffahrt höchst wichtige Meeresströme folgen aus dieser großen ostwestlichen Bewegung, so der bekannte Golfstrom oder atlantische Wirbel. Das von Südamerika's Ostküste aufgehaltene Wasser nämlich strömt theils an Südamerika hinab und gelangt durch die Magelhaensstraße wieder in den stillen Ocean, theils fließt es nordwärts durch den mexikanischen Meerbusen und die Bahamastraße und bewegt sich dann wieder ostwärts gegen Europa's Küste zu, wo ein Arm nach den canarischen Inseln, ein anderer nach den Faröer, Irland, Schottland, Norwegen sich wendet, das Klima dieser Länder mildernd, amerikanische Hölzer, Früchte, Tange an die Küsten werfend.

247. Veränderliche Meeresströme entstehen durch periodische

Digitized by Google

Winde, Temperaturausgleichung des Wassers, an der Mündung großer Ströme ꝛc. Strudel und Wirbel bilden sich manchmal durch Fluth und Ebbe da, wo sich das Meer an Felsenküsten bricht; sehr bekannt ist der Mal- oder Moskestrom an Norwegen, Scylla und Charybdis bei Sicilien ꝛc. — Die Wellen sind auf einander folgende Erhöhungen und Vertiefungen des Wassers, entstanden durch schwingende Bewegung seiner Theilchen in Folge des Druckes der Winde. Je größer und tiefer die Meere, desto höher und länger sind die Wellen, in der Ostsee etwa 8', im großen Ocean bis 32'. An die Uferfelsen schlagende und zurückrollende Wellen erzeugen die den Schiffen so verderbliche Brandung.

248. Die meisten Quellen entstehen durch atmosphärischen Niederschlag besonders an bewaldeten Berggipfeln; das Wasser dringt hier in die Tiefe ein und kommt, auf festes Gestein stoßend, das sein weiteres Eindringen hindert, irgendwo als Quelle zu Tage. Die Erde birgt übrigens fast allenthalben in der Tiefe Wasseradern oder größere Wasserbehälter; manche Sand- und Kieslager, namentlich in Thälern oder nicht zu weit von Bergen entfernten Flächen, sind ganz mit Wasser erfüllt. Haben nun dieselben Thonlager über und unter sich, so daß ihr durch steten Zufluß von höher gelegenen Punkten sich vermehrendes Wasser nach keiner Richtung hin entweichen kann, und durchbohrt man das obere Thonlager, so steigt das eingeschlossene Wasser mit Gewalt als immer laufender Quell zur Oberfläche empor. Dieses sind die Artesischen Brunnen, von der Grafschaft Artois so genannt. In unseren beiden Fig. ist a das Bohrloch und der aus ihm aufsteigende Quell, bb sind undurchdringliche Thonschichten, c die wasserhaltige Kies- und Sandschichte; in Fig. B ist d eine Schicht festen Gesteins, an welche die hier nicht muldenförmig wie in Fig. A gelagerten Schichten auf einer Seite anstoßen. — Nur eine Minderzahl von Quellen entsteht aus niedergeschlagenem Dampfe; Wasser, welches in großen Tiefen mit Gestein von hoher Temperatur zusammentrifft, wird in Dampf verwandelt, der durch die Ritzen aufwärts steigend, in den oberen, kälteren Schichten der Erdrinde wieder zu Wasser verdichtet wird; manchmal sind so entstandene Quellen noch warm oder heiß (Thermen). Zu den heißesten Quellen gehören die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika von 97° C; der bekannte Geysir, siehe bei-

Fig. A.

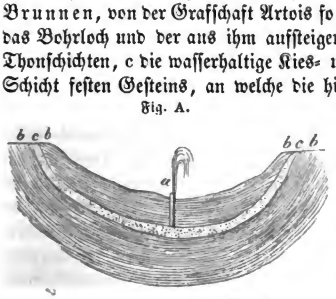
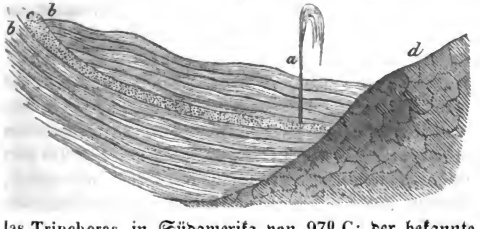
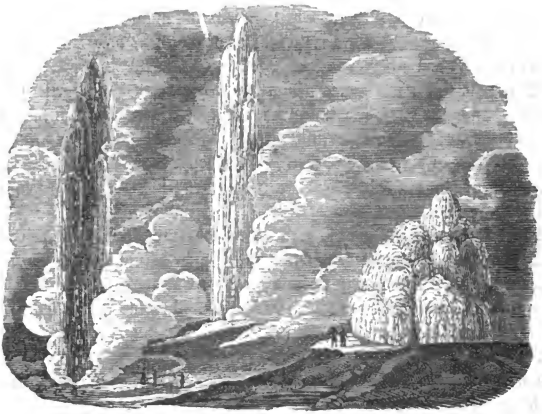


Fig. B.



Digitized by Google



stehende Figur, ein vulkanischer Springquell auf Island, mit Eruptionskegel, der sich aus dem Absatz des Wassers gebildet hat, welches unter Donnern und Dampfbildung intermittirend hier 80—100′ hervorgetrieben wird, ist wohl eben so warm.

249. Indem die Quellen mit den verschiedensten Gesteinsschichten und auch mit organischen Körpern in Berührung kommen, enthalten sie häufig aufgelöste oder mechanisch beigemengte Stoffe: vegetabilische, animalische, erdige, kohlensauren Kalk, Kalksalze, Kochsalz, Salpeter, atmosphärische Luft, kohlensaures Gas. In den eigentlichen Mineralwässern sind namentlich unorganische Stoffe reichlich vorhanden und sie werden durch sie zum Theil zu Heilquellen. Am gewöhnlichsten finden sich in ihnen kohlensaures, schwefelsaures, salzsaures Natron, salzsaures Kali, salzsaurer, hydrothionsaurer, kohlensaurer Talk, hydrothionsaurer, schwefelsaurer, kohlensaurer Kalk, salzsaure, kohlensaure, schwefelsaure Magnesia, kohlensaures, schwefelsaures Eisenoxydul, Manganoxydul, Kiesel, Thonerde, kohlensaures und Schwefelwasserstoffgas, Stickgas, Sauerstoffgas, verschiedene organische, zum Theil stickstoffhaltige Substanzen, so Baregin, Zoogène, Glairine. — Man kann die Mineralquellen überhaupt unter die vier Klassen von kohlensäurehaltigen Quellen (Sauerbrunnen), Salzquellen, Bitterwassern und Schwefelwassern bringen.

250. Die Temperatur der Quellen ist in der Regel die mittlere ihres Ortes; je tiefer sie liegen, desto weniger ändert dieselbe mit der Jahreszeit, weil schon in wenigen Fußen Tiefe die Einwirkungen der Jahreszeiten verschwinden und etwa die Mitteltemperatur des Ortes herrscht. Die warmen Quellen oder Thermen, größtentheils aus plutonischen und vulkanischen Gebirgen kommend, haben eine bis zur Siedhitze und darüber hinaus steigende Temperatur; der Sprudel in Karlsbad 75°, Baden-Baden 70—75, Leuk 50° C. ꝛc. — Das

Digitized by Google

Intermittiren mancher Quellen, wobei sie periodisch oder unbestimmt ausbleiben und wieder fließen, erklärt sich aus unterirdischen, sich abwechselnd mit Wasser füllenden und durch verborgene Heber wieder entleerenden Höhlen, aus der Abhängigkeit mancher Quellen von Fluth und Ebbe, aus dem Luftdruck in den wasserhaltenden Höhlen, der mit der Temperatur steigt und sinkt, vom Schneeschmelzen, was bei Nacht aussetzt ꝛc. Hieher gehören die sogenannten Maibrunnen mancher Gebirgsgegenden, der Bullerborn im Paderborn'schen, der Engstlenbrunnen im Berneroberland und viele andere.

251. Viel mehr erdige und organische Theile als das Quellwasser enthält das Wasser der Flüsse; sie setzen dieselben als Schlamm ab und manche bilden an ihrer Mündung dreieckige, immer wachsende Landstücke, sogen. Delta's, welche mit ihrer breiten Grundfläche in's Meer oder in Seen hineinragen; so bei der Donau, Wolga, dem Po, Mississippi; Unterägypten ist eine Anschwemmung des Nils; manche Flüsse enthalten Salz, Kalk, Säuren. — Die größten Ströme hat Amerika (der mächtigste aller ist der Maranhon), dann folgen Asien, Europa, Afrika, Neuholland. Die Geschwindigkeit der Flüsse hängt zwar hauptsächlich von ihrem Gefälle ab, wird aber durch Krümmung und die Adhäsion des Wassers gemäßigt, durch Zusammendrängen zwischen Felsen zuweilen furchtbar beschleunigt (Stromschnellen). Treten Bäche und Flüsse an den Rand von Gebirgsstaffen und Felswänden, so stürzen sie von diesen in Kaskaden herab; die schönsten in Europa gehören wohl der Schweiz, Schweden, Norwegen an; in Amerika ist namentlich der des Niagara weltbekannt. Die Ueberschwemmungen kleinerer Flüsse erfolgen unregelmäßig, die der größeren durch periodische Regen und Schneeschmelzen regelmäßig. Historisch und durch ihre Beziehung auf die Gestaltung und Kultur Aegyptens am merkwürdigsten sind wohl die des Nils, der alljährlich im Mai durch den Gebirgsschnee und die tropischen Regen des innern Afrika's schwellend von Mitte Juni bis in den September Aegypten überschwemmt, mit fruchtbarem Schlamm überführt und die entfernteren und höher liegenden sandigen Striche durch Befeuchtung von unten zur Kultur geschickt macht. Viele Flüsse versiegen im Sande, namentlich Steppenflüsse, andere verlieren sich unter der Erde, um später wieder hervorzukommen, wie z. B. der Rhone beim Fort l'Eclüse.

252. Finden Gewässer keinen Abfluß, so entstehen Moore, Brüche, Sümpfe, Moräste, wohl auch Seen. Namentlich ist der Norden beider großen Kontinente an Sümpfen und Torfmooren reich; in warmen Ländern werden dieselben durch die aus ihnen sich entwickelnden Miasmen leicht der Gesundheit gefährlich, wie z. B. die Pontinischen Sümpfe südwestlich von Rom. In Sümpfen und Seen bilden sich bisweilen aus abgerissenen Erdstücken oder aus verwachsenden Pflanzenwurzeln und Stengeln, sogar aus Bimsstein, Erdpech (so auf Trinidad) schwimmende Inseln, welche manchmal mit Gras und Bäumen sich bekleiden, sogar zur Weide dienen, etwa auch periodisch untersinken und durch Gasentwicklung wieder emporsteigen. Durch Gletscher und Bergstürze werden bisweilen Flüsse aufgestaut, daß sie Seen bilden, welche dann, wenn sie durch ihren Druck auf den Eis- oder Schuttdamm diesen durch-

Digitized by Google

brechen, sich erstaunlich schnell und mit verheerender Gewalt entleeren können. Die allermeisten Seen erhielten ihren Ursprung aber in vergangenen Zeiten der Erdbildung; es sind wassererfüllte, umschlossene Thäler (so auch auf den Plateaus und in Kesseln der Gebirge) oder erfüllte vulkanische Krater. Die meisten Seen haben reines Wasser, viele salziges, so daß man aus ihnen Kochsalz gewinnt. Reich an sehr verschiedenen Salzen, hiedurch schwerer als Meerwasser und nur von sehr wenigen Geschöpfen bewohnt ist das Wasser des todten Meeres in Palästina, auf welchem viel Asphalt schwimmt; auch Schwefel findet sich in ihm wie in manchen anderen vulkanischen Seen. Der Czirknitzersee in Krain ist bekannt durch sein zeitweises gänzliches Vertrocknen, so daß man auf seinem Boden Getreide pflanzt. Manche Seen des alten und neuen Kontinents erreichen eine riesenhafte, meerartige Größe.

Die Erdfeste nach ihrer Gestaltung und physischen Beschaffenheit.

253. Aus dem Meere ragen in die Luft die höchsten Theile der Erdfeste empor, welche, so weit bekannt, aus Mineralien verschiedenster Art besteht. Da jene der äußersten, uns allein zugänglichen Rinde nur etwa eine mittlere Dichtigkeit von 3 (das Wasser = 1) haben und doch die mittlere Dichtigkeit des Planeten $5{,}67$ beträgt, so müssen gegen die Tiefe dichtere, metallische Substanzen, vielleicht vorzugsweise Magneteisen gelagert seyn. Das Bohrloch bei Neusalzwerk unweit Preußisch-Minden, die größte bis jetzt erreichte Tiefe, geht nur 1994 rhein. Fuß unter den Meeresspiegel, — eine Schicht, welche sich zum Erdkörper nicht einmal so verhält, wie die Dicke des Oberhäutchens zu einem menschlichen Körper. — Die Temperatur nimmt nach dem Erdinnern immer zu, auf jede 100 Fuß etwa um 1^0 C., so daß in wenigen Meilen Tiefe schon eine Hitze, größer als die des geschmolzenen Eisens herrschen muß.

254. Die Oberfläche des Landes verhält sich zu der des Meeres etwa wie 1 zu $2{,}_{84}$ und seine Umrisse sind ganz unregelmäßig. Die größte Landmasse ist in der nördlichen Halbkugel, und wieder mehr in der Ost- als Westhälfte angehäuft; das Land erhebt sich in zwei großen, einem kleinern Kontinent und unzähligen Inseln aus dem Gewässer. Asien und Europa zusammen entsprechen Nordamerika, Afrika Südamerika; der kleine australische Kontinent liegt beziehungslos, südöstlich von Asien; von den beiden großen Oceanen, welche die Hauptkontinente trennen, ist der stille, mit unzählbaren (vulkanischen und Korallen-) Inseln besäet, der atlantische fast leer von solchen. Gegen Norden flachen sich die Kontinente ab und erweitern sich zu breiten, einander berührenden Massen, gegen Süden laufen sie in Spitzen aus; etwas südlich von der Mitte zeigen sie die stärkste Erhebung. Der Nordpol scheint vom Meer und Meereis bedeckt zu seyn, im Südpol scheint sich ein beeistes Polarland mit brennenden Vulkanen hinzudehnen, mit zwei tief gegen Süden einschneidenden und zwei weit gegen Norden vorspringenden Winkeln; in dem einen der Einschnitte gelangte Kapitain Roß 1841 bis 80^0 südl. Br.

255. Das Land fällt von seinen höchsten Gegenden in mehr oder weniger deutlichen, hier schmalen, dort sehr breiten Terrassen gegen das Meer ab,

Digitized by Google

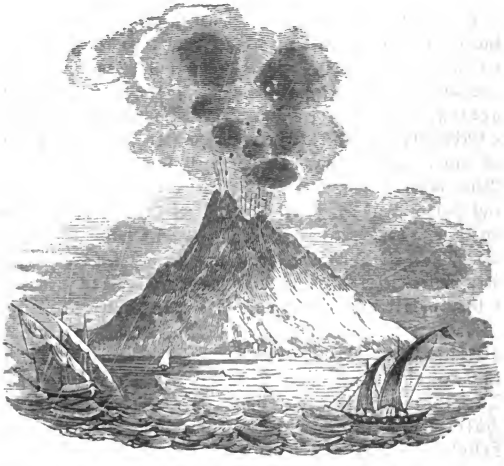
bietet Gebirgsländer, Hochländer, Tiefländer dar; durch die plastische Gestalt, das Relief der Oberfläche sind Fall und Länge der Ströme bedingt. Greift das Meer in vielen Buchten in das Land ein, so erhält dieses eine weite Uferlinie und Küstenklima; rundet sich das Land gegen das Meer ab, so tritt mehr kontinentaler Charakter und Klima ein. Erdtheile von weiter Uferlinie (Küstenentwicklung), wie z. B. Europa sind für den Weltverkehr besonders geeignet, (in Europa wieder vorzugsweise die griechischen und britischen Inseln), solche mit geringer Küstenentwicklung, wie Afrika, Neuholland sind demselben mehr verschlossen, in sich concentrirt. Am allergünstigsten ist Amerika gelegen; es vermag die beiden Hauptoceane zu beherrschen und in beiden Hälften vermitteln große Ströme die Gemeinschaft seiner Centren und Peripherie.

256. Von Inseln unterscheidet man langgestreckte und rundliche; manche sind vulkanischen Ursprungs oder durch Korallenthiere gebildet. Die Berge sind entweder isolirt oder in größerer Zahl zu einem Ganzen verbunden. Massen-Gebirge sind in Länge und Breite ziemlich gleich, bei Kettengebirgen überwiegt die Länge. Die sattelförmigen Einsenkungen, welche die Gebirgskämme meist rechtwinklig schneiden, bilden die Pässe. In's Meer oder große Seen hineinragende Berge heißen Vorgebirge, Caps. Die höchsten Berge gehören der Himalayahkette an; der genau gemessene Kanchainjunga steigt 26436' Par. Maß über den Spiegel des indischen Oceans empor, Dawalgari eben so hoch oder noch etwas höher; der Deodangha erhebt sich nach Oberst Waugh noch etwas über beide vorige. Die höchsten Spitzen der Cordilleren bleiben hinter diesen Gipfeln des Himalayah 3—4000' zurück. Ueber die Höhe des 1848 vom deutschen Missionär Rebmann im trop. Ostafrika 3° 40' südl. Br. entdeckten, mit ewigem Schnee bedeckten, Ströme kalten Wassers entsendenden Gebirges Killi-Mandsharo weiß man noch nichts Näheres. – Die Thäler heißen Längenthäler, wenn sie in der Richtung der Gebirgskette verlaufen, Querthäler, wenn sie diese unter einem meist rechten Winkel schneiden, Kesselthäler, wenn rings von Höhen umschlossen. Nach ihrer Entstehung sind sie Erhebungsthäler, wenn sie durch Hebungen und Zerreißungen des Bodens entstanden sind und Entblößungsthäler, wenn sie von Fluthen ausgespült wurden.

257. Die Vulkane oder feuerspeienden Berge stehen ebenfalls bald einzeln, bald in Gruppen; der Krater, eine Oeffnung meist am Gipfel, selten an der Seite, steht mit dem Erdinnern in Verbindung, aus ihm steigen Dämpfe, Flammen, Asche empor, fließen Lavaströme aus. Von vielen Vulkanen kennt man in der geschichtlichen Zeit keine Ausbrüche, sie heißen erloschene, so die (am Rhein, in der Auvergne) die anderen thätige. Man unterscheidet a) Erhebungs- und b) Eruptions- oder Aufschüttungsvulkane; erstere entstanden durch kreisförmige Erhebung des Bodens, wobei der oberste Theil zum Krater einsank, die anderen, indem um eine Oeffnung die ausgeschleuderten Massen sich zuerst zu einem Wall, dann zu einem Kegelberg häuften. Bei größeren Vulkanen stehen um den Hauptkrater und Kegel wohl mehrere hundert kleinere, z. B. am Aetna. Es gibt Vulkane von nur einigen hundert bis über 20,000' Höhe; der Aconcagua in Chili ist

Digitized by Google

21,770′ hoch. Nach der Vertheilung über die Erde sind die Feuerberge Centralvulkane, meist aus Basaltgegenden aufsteigende Berggruppen bildend (Vesuv, Aetna, Island, die liparischen Inseln, die Azoren, Kanarien, Bourbon, die Cap-Verdischen Inseln, die Sandwich-, Marquesas-, Freundschafts- und Gesellschaftsinseln, die Gallopagos) oder Reihenvulkane, in Reihen nach einander liegend (die auf den griechischen Inseln, in der Andeskette, Quito, Guatimala, Mexiko, den Antillen, Molucken, Philippinen, Sundainseln, Kurilen, Marianen, Aleuten. Der große Ocean ist von einem fast vollständigen Vulkangürtel umgeben; man kennt überhaupt fast 400 noch thätige Vulkane. Beistehende Figur stellt den Stromboli bei Sicilien dar.



258. Gletscher sind Eismassen, welche sich in Thälern und Schluchten über die Schneegränze emporsteigender Gebirge aus Schnee erzeugen, den die Sommerwärme nicht mehr zu schmelzen vermag; der untere Theil (über welchem der in der rauhen Jahreszeit fallende Schnee noch vollständig wegschmilzt) besteht aus Eis, der obere, das sogen. Firnmeer, aus körnigem Schnee. Am untersten Ende schmilzt der Gletscher fortwährend ab; geschieht dieses schneller als das Nachschieben von oben, so geht der Gletscher zurück (nimmt ab), im umgekehrten Fall rückt er vor (wächst). Es gibt Gletscher von 6—7 Stunden Länge und mehr als einer Stunde Breite, bei einer Dicke von oft vielen hundert Fußen. In den Alpen rechnet man gegen 400 Gletscher, die einen Flächenraum von wohl 80 Quadratmeilen einnehmen; sparsamer sind sie in den Pyrenäen, sehr entwickelt in Norwegen, noch mehr in Island, wo sie die Feuerberge umgeben, sehr selten in der Andeskette (mit Ausnahme des allersüdlichsten Theiles) und im Himalayah. In den Nordpolarländern reichen sie bis an's Meer her-

Digitized by Google

unter; die von ihnen abbrechenden, fortschwimmenden Stücke sind die sogenannten Eisberge, welche oft 2—300′ aus dem Wasser hervorragen, bei einem untern Umfang von mehreren 1000′; Treibeis besteht aus kleineren, von ihnen sich ablösenden Stücken oder aus zerbrochenen Eisfeldern der Küsten. Das Gletschereis ist rauh, körnig, von zahlreichen Lufträumen erfüllt, manchmal schön blau. Die Oberfläche der Gletscher ist meist sehr uneben, porös, zerfressen (weil jeder der kleinen vom Wind darauf geworfenen Gegenstände durch Schmelzung unter ihm ein kleines Loch einfrißt), zugleich voll Spalten; am untern Theil schiebt der Gletscher einen Wall von Schutt und Blöcken vor sich her, die Gandecke oder Moräne. Große auf dem Eise liegende Steine verhindern das Schmelzen unter ihnen; rings um sie schmilzt aber das Eis, so daß die Steine zuletzt auf Eispfeiler zu liegen kommen (Gletschertische). Bei seiner Bewegung, die an den Seiten schneller erfolgt als in der Mitte und bei heißem Wetter zunimmt, soll sich der Gletscher (nach Forbes) als eine halbflüssige Masse verhalten; die Ursache der Bewegung scheint lediglich der Druck von oben zu seyn. Stark vorrückende Gletscher erkalten und verwüsten oft die Thäler, stauen Bäche auf, welche dann Seen bilden, die sich nicht selten in verheerendem Durchbruch plötzlich entleeren.

259. Die Ebenen waren zum Theil ehemaliger Meeresgrund, oder sind von Diluvialschutt bedeckt und sehr verschieden nach Bodenbeschaffenheit und Vegetation. In der Abdachung Europa's gegen die Nord- und Ostsee finden sich die sogen. Haiden, fast nur von Haidekräutern bedecktes mageres Weideland; zwischen Donau und Theis die großen ungarischen Viehweiden, in Südrußland die ausgedehnten Steppen. Letztere, oft salzigen Boden und Salzseen enthaltend, sind auch im Norden Asiens sehr häufig, während sich im Centrum und im Süden große Sandwüsten finden (Gobi, Sind, Beludschistan, letztere beide mit Flugsand bedeckt). Die größte Sandwüste hat aber Afrika, dessen ganzes nördliches Flachland von Aegyptens Grenze bis an die Nordwestküste ein zusammenhängendes Sandmeer, die Sahara darstellt, in welcher sich zahlreiche Oasen (Inseln im Sandocean) da finden, wo das atmosphärische, in die Erde dringende Wasser auf feste Gesteinsunterlage stößt, während es sonst im tiefen Sande versiegt. Karavanenstraßen durchschneiden den Sandocean, auf ihnen ziehen die Schiffe der Wüste, die Kameele; heiße Luftströmungen steigen von ihm auf und verbreiten sich nach Nord und Süd; fast nur die Ufer des Sandmeeres sind belebt, während sich in sein Inneres nur wenig Thiere wagen. — In Amerika finden sich keine eigentlich großen Sandwüsten, wohl aber ausgedehnte felsige, unfruchtbare Gegenden, Desiertos; so in Peru, Chili, Brasilien; bei der Stadt Iquique in Chili sah Darwin eine Salzwüste, auf welcher eine gelbliche Flechte wuchs; außer einer Geyerart (Vultur aura) sieht man fast kein lebendes Wesen. Ebenfalls Südamerika gehören die Llanos an, weite grasbewachsene Alluvialebenen, bei hohem Stand der benachbarten Ströme unter Wasser stehend; dann die Pampas in Buenos Ayres, weite Grasfluren, von Hunderttausenden wilder Rinder und Pferde belebt. Von viel minderer Ausdehnung sind die Prairien Nordamerika's. Am Amazonenstrom findet sich die

Digitized by Google

fast ganz ebene, 60,000 Quadratmeilen große Urwaldregion Bosques oder Selvas. Australien hat keine charakteristischen Ebenen, aber weit gedehnte, sandige Küstenstrecken. — Die meisten der genannten Ebenen haben nur eine geringe Erhöhung über das Meer; Hochebenen (Plateaus) und Hochländer liegen zwischen Gebirgsketten, oft mehrere 1000 Fuß über dem Meere; so die Gobi, Tübet, die böhmische, bayer'sche, schweizerische, kastilische Hochebene, das Hochland von Quito, Mexiko ꝛc.

Die Bestandtheile der Erdfeste.

260. Die Massen der Erdfeste bestehen wesentlich aus Substanzen, welche durch die im 2. Hauptstück angeführten Elemente dargestellt werden, durch deren Combination eine sehr große Fülle von Erscheinungsformen entwickelt wird, auf welche wohl ein eigenes Reich, das der Mineralien, gegründet wurde. Für den Zweck des vorliegenden Buches können wir sie nur als Bestandtheile der Erdfeste betrachten, in dem Sinne, wie auch die organischen Wesen aus einer Fülle verschieden geformter und gearteter Substanzen bestehen. — Mineralien, welche (wenigstens für das bloße Auge) keine Zusammensetzung erkennen lassen, wie z. B. Quarz, Alabaster, Schwefel, heißen einfache; andere, bei welchen man verschieden geartete Theilchen wahrnimmt, wie z. B. Granit, Gneiß, gemengte.*) Besonders letztere bilden die großen Massen der Erdrinde, obwohl sich auch unter den ersteren solche finden, wie z. B. Quarz, Kalkstein ꝛc. Mineralien, welche eine solche Rolle spielen, seien sie nun einfach oder gemengt, nennt man Fels- oder Gebirgsarten.

261. Schon §. 10 wurde der Krystalle, jener regelmäßigen Gestalten gedacht, welche die meisten Mineralien annehmen können, wenn sie aus dem flüssigen Zustande (sey dieser durch Wärme oder ein Auflösungsmittel hervorgebracht) durch Erstarren oder Verdunsten der Flüssigkeit in den festen übergehen. Gewisse nicht zahlreiche Mineralien, welche nie krystallisirt vorkommen, nennt man gestaltlose, amorphe. Die Individualisirung, welche die Natur in den Krystallen beurkundet, weist bereits auf die Individualität organischer Wesen hin. — Die einen Krystall begrenzenden Ebenen heißen Flächen; wo sie zusammenstoßen, werden die Kanten und Ecken gebildet. Die durch den Krystall gedachten Linien heißen Axen; manchmal sind sie gleich, manchmal überwiegt eine und heißt dann Hauptaxe, die anderen Queraxen. Es gibt Mineralien, die nur in einer oder wenigen, andere, die in zahlreichen Krystallformen erscheinen, — aber auch in diesem Falle können dieselben fast immer auf eine gemeinschaftliche, einfachste Form zurückgeführt werden, welche man Kernform oder Grundgestalt nennt. Die sechs bis jetzt bekannten sogen. Krystallsysteme, unter welche die Krystallformen gebracht werden, sind auf das Verhältniß der Axen gegründet.

*) Unter dem Mikroskop zeigen sich auch manche für einfach gehaltene Mineralien, besonders metallschimmernde und farbenspielende, mechanisch zusammengesetzt; so der Avanturinfeldspath (Sonnenstein), Bronzit, Diallag, Anthophyllit, Hypersthen.

Digitized by Google

a) Im regelmäßigen (monometrischen, tesseralen, isometrischen) System durchschneiden sich drei gleiche Axen unter rechten Winkeln. So im Oktaeder (Fig. 1), Würfel (Fig. 2), Tetraeder (Fig. 3), Rautendodekaeder (Fig. 4), Pentagondodekaeder (Fig 5).

Fig. 1.

Fig. 2.

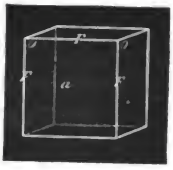


Fig. 3.

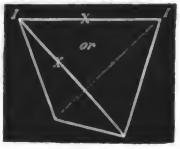


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

b) Im tetragonalen (oder dimetrischen) System schneiden sich auch drei, jedoch ungleiche Axen unter rechtem Winkel; zwei sind gleich lang., die dritte größer oder kleiner. Hieher das Quadratoktaeder (Fig. 6) und die quadratische Säule.

c) Im rhombischen (prismatischen, trimetrischen) System schneiden sich drei ungleich lange Axen unter rechtem Winkel. Hieher Säulen- und Oktaederformen, z. B. das rhombische Oktaeder (Fig. 7), das Rektangulärоktaeder (Fig. 8), und die gerade rektanguläre und gerade rhombische Säule (Fig. 9).

Fig. 7.

Fig. 8.

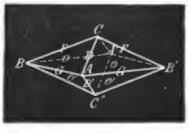
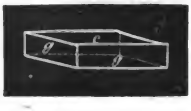


Fig. 9.



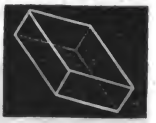
d) Im klinorhombischen (oder monokliniſchen) System schneiden sich zwei Axen unter rechtem Winkel, die dritte ist schiefwinklig; alle drei sind

Digitized by Google

ungleich lang. Hieher nur Säulen, nämlich die schiefe rektanguläre, schiefe rhombische und gerade rhomboidische.

e) Im klinorhomboidischen (oder triklinischen) System schneiden sich die drei ungleich langen Axen sämmtlich unter schiefen Winkeln. Hieher als einzige Kernform die schiefe rhomboidische Säule (Fig. 10).

Fig. 10.

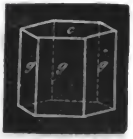


f) Im hexagonalen System sind vier Axen vorhanden; drei gleich lange schneiden sich in der gleichen Ebene unter einem Winkel von 60°, die vierte, die Hauptaxe, schneidet diese Ebenen und hiemit die drei anderen Axen rechtwinklig. Hiezu Rhomboeder (Fig. 11), Bipyramidaldodekaeder (Fig. 12) und sechsseitige Säule (Fig. 13).

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.



262. Aus diesen wenigen Kernformen entsteht nun eine sehr bedeutende Zahl abgeleiteter Gestalten, indem an die Stelle der Ecken, Kanten und Scheitel von jenen neue Flächen (und zwar eine, zwei oder mehrere) treten. Durch außerordentliche Vergrößerung dieser Flächen werden die ursprünglichen oft ganz verdrängt und es entsteht ein ganz neuer Körper. Gewöhnlich erleiden hiebei an einer Kernform alle einander gleichen Ecken, Kanten und Seiten die nämliche Veränderung; in gewissen sehr elektrischen Mineralien hingegen, z. B. dem Turmalin und Topas, tritt das sogen. Polaritätsgesetz ein, vermöge welchem bei manchen Kernformen nur einzelne der einander gegenüber liegenden Ecken oder Scheitel verändert werden. Man schließt auf die Kerngestalten und hiemit auf die Krystallsysteme aus den Winkeln, welche die Kanten bilden, und bedient sich zur Messung derselben eigener, unter dem Namen Goniometer, Winkelmesser, bekannter Instrumente. — Die bildende Kraft, welche in der Materie wirkend die Krystalle entstehen läßt, erfährt mancherlei Hemmungen, weßhalb jene fast nie ganz rein geometrisch gestaltet, sondern mehr oder minder unvollkommen und mangelhaft erscheinen; unvollständige Ausbildung, gänzliches Fehlen, Verzerrung mancher Flächen, Rauhigkeit, Streifung derselben, krumme und verbogene Kanten u. s. w. zeigen, so daß auch hier das ideelle Urbild in seiner Verwirklichung vielerlei Trübung und Störung erfährt. Manchmal sind zwei Krystalle desselben Minerals nach bestimmten Gesetzen zusammengewachsen (Hemitropien) oder förmlich durcheinander gewachsen (Zwillingskrystalle).

263. Es gibt einige wenige Mineralien, deren Krystallformen zweier-

Digitized by Google

lei Krystallsystemen angehören, was Dimorphismus heißt. So krystallisirt der kohlensaure Kalk als Kalkspath in Formen des Hexagonalsystems (Rhomboedern, sechsseitigen Prismen ꝛc.) als Aragonit in solchen des rhombischen Systems; das Schwefeleisen als Eisenkies in Pentagon-Dodekaedern, als Strahlkies in rhombischen Säulen. Einige Mineralien krystallisiren sogar nach drei und mehreren Systemen. Isomorphismus nennt man die Fähigkeit zweier oder mehrerer Substanzen, Gestalten des gleichen Krystallsystems darzustellen, z. B. Kalkerde, Bittererde, Eisen- und Manganoxydul, Zinkoxyd Rhomboeder, wenn sie sich mit Kohlensäure zu Kalkspath, Dolomit, Eisen- und Mangan-Bitter-Zinkspath verbinden. Pseudomorphismus ist das Verhältniß, wo ein Mineral in einer ihm ganz fremden Krystallform erscheint, z. B. durch chemische Umwandlung, die es erfuhr; so wandelt sich Schwefeleisen in dichten Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat) um und dieser, sonst gar nicht krystallisirt vorkommend, behält die Krystallform des Schwefeleisens bei, — oder wenn ein Mineral ein anderes aus seinem Raum verdrängt, oder es ganz umhüllt oder durchdringt, und dabei die Form desselben annimmt, z. B. Quarz die des Fluß-, Kalk- und Schwefelspaths, Galmei des Kalkspaths ꝛc. Allotropie nennt man die Eigenschaft mancher Stoffe, Mineralien von ganz abweichenden physikalischen Eigenschaften darzustellen, wie z. B. der Kohlenstoff den Anthrazit, Graphit und Diamant.

264. Die innere Struktur, das Gefüge der Mineralien, die Verbindung ihrer kleinsten Theilchen ist häufig eine so bestimmte, daß sie sich nur in gewissen Richtungen spalten lassen. Die nicht krystallisirten (derben) Mineralien erscheinen in verschiedenen Gestalten; kugelig, traubig, nierenförmig, als Drähte, Haare, Röhren, Zacken ꝛc. Bruch nennt man die Beschaffenheit der Fläche eines zerschlagenen Minerals; er ist nach der Beschaffenheit der kleinsten Theilchen eben, uneben, muschelig, splitterig, erdig. Die Härte der Mineralien ist außerordentlich verschieden; um sie hierauf zu prüfen, hat man zehn Gattungen gewählt, welche die sogen. Härtescala bilden; Diamant ist das härteste Mineral; hierauf folgen Korund, Topas, Quarz, Feldspath, Apatit, Flußspath, Kalkspath, Gyps, endlich Talk als das weichste. Man probirt, durch welche Glieder dieser Scala ein zu erforschendes Mineral geritzt wird. Sehr wichtig für die Charakteristik ist ferner das specifische Gewicht und die chemische Beschaffenheit.

265. Außer den metallischen Farben nimmt man bei den Mineralien acht Hauptfarben an, welche wieder in verschiedenen Nüancen und mehr oder minder lebhaft auftreten; sie sind weiß, grau, schwarz, blau, grün, gelb, roth, braun. Ritzt man ein Mineral (etwa mit einer Feile), so entsteht entweder ein Pulver oder die geritzte Fläche wird glänzend; man nennt dieses Verhalten den Strich. Der Glanz ist bald Metallglanz, bald Glasglanz, Fettglanz, Perlmutterglanz, Seidenglanz, Diamantglanz, und die Grade des Glanzes wechseln vom Starkglänzenden zum Glänzenden, Schimmernden, Matten. Nach dem Verhältniß zu den Lichtstrahlen, welches durch die Anordnung der kleinsten Theilchen bedingt wird, ist ein Mineral durchsichtig, halbdurchsichtig,

Digitized by Google

durchscheinend, halbdurchscheinend, undurchsichtig. Manche Mineralien zeigen Farbenspiel (Diamant, Opal), einige ändern die Farbe ihrer Oberfläche, nachdem sie in dieser oder jener Richtung gehalten werden (Labrador); gewisse durchsichtige Krystalle zeigen, nach verschiedenen Richtungen betrachtet, verschiedene Farben (Polychroismus). Die Lichtstrahlen werden in durchsichtigen Mineralien gebrochen und zwar bei den meisten einfach, doppelt hingegen bei jenen, wo die Axen der Grundformen der Krystalle ungleich sind, am Ausgezeichnetsten im isländischen Kalkspath, sogen. Doppelspath (vergl. §. 46). Gewisse Mineralien leuchten im Dunkeln, phosphoresziren, und zwar manche, nachdem sie einige Zeit dem Lichte ausgesetzt waren (Diamant, Kalkspath, Aragonit), oder erwärmt wurden (die vorigen, dann der Strahlbaryt von Bologna oder sogen. Bologneserstein, Topas, Flußspath), oder auf Reibung und Stoß (Dolomit, Quarz, Glimmer), oder wenn sie elektrisirt wurden (Flußspath, Schwerspath). Sehr viele Mineralien werden durch Reibung und Druck mehr oder minder elektrisch; Magnetismus zeigen besonders die eisenhaltigen.

266. Die Mineralien sind auf verschiedene Weise entstanden. Ein Theil blieb aus tropfbar flüssigen Lösungen durch Verdunstung oder Entziehung der Flüssigkeit zurück, ein anderer bildete sich durch Sublimation, indem sie, zuerst dampfförmig, später erkalteten und feste Gestalt annahmen. Unter dem Einfluß lösender Flüssigkeiten und großer Wärme traten die Elemente zu den verschiedensten Mineralkombinationen zusammen; am großartigsten und häufigsten gingen derlei Prozesse in den älteren Epochen vor sich, als die Erde noch hohe Temperatur hatte; die große Mehrzahl der Mineralien ist in frühesten Zeiten meist noch vor dem Auftreten der organischen Wesen entstanden. Achate und Onyxe entstanden durch Infiltration; Wassertropfen mit aufgelöster Kieselsäure ꝛc. drangen durch kleine Oeffnungen in Blasenräume des Gesteins; das Wasser verdunstete, die festen Stoffe krystallisirten. Manche lassen auch die Erz- und Quarzgänge auf flüssigem Wege erfüllt worden seyn. Forchhammer behauptet, daß sich Alaunschiefer aus dem Verwesungsprozeß von Tangen bilde, indem deren freigewordenes Kali sich mit kieselsaurer Thonerde zu einer feldspathartigen Substanz, der Grundmasse des Alaunschiefers verbindet. Man hat in neuerer Zeit Malachit, Brauneisenstein, Feldspath- und Eisenoxyd-Krystalle, Rubinen, Ultramarin künstlich gebildet. — An der Zerstörung und Zersetzung der Mineralien arbeiten fortwährend Wasser, Feuer, Säuren, auflösende Dämpfe ꝛc.

System der einfachen Mineralien. (Nach Naumann *).)

267. Die erste Klasse bilden die Hydrolite, Säuren, Sauerstoff- und Haloidsalze, meist im Wasser leicht löslich, auf der Zunge deutlichen Ge-

*) Mit Weglassung der ersten Klasse, welche Wasser und Eis begreift. — Es können nur einige wenige Bemerkungen über Vorkommen ꝛc. besonders wichtiger Mineralien beigefügt werden; und es ist hiefür auch noch das in der Stöchiologie, §. 112—140.

Digitized by Google

schmack bewirkend. Als erste Ordnung stellt man die Säuren auf, von welchen es nicht metallische (Sassolin) und metallische (arsenige Säure oder Arsenikblüthe) gibt; als zweite Ordnung die Salze, welche nicht metallische, mit Erden und Alkalien als Basen sind (Tinkal oder Borax, Trona, Natron, Bittersalz, Glaubersalz, Alaun, Kalk- und Talksalpeter ꝛc., sämmtlich wasserhaltig, dann Kali- und Natronsalpeter, Salmiak, Kochsalz ꝛc., alle wasserfrei) oder metallische, mit Metalloxyden als Basen, meist gefärbt (Merkursalpeter, wasserfrei, Zink-, Kobalt-, Kupfer-, Eisenvitriol ꝛc., wasserhaltig). — Sassolin oder Borsäure kommt als Absatz heißer Quellen vor, Arsenikblüthe auf Mineralgängen, Borax an den Ufern tübetanischer Seen, Natron in Ungarn, Aegypten ꝛc., Bittersalz als Ausblühung des Bodens, namentlich in sibirischen Steppen, auch in Mineralwässern, Glaubersalz in Salzgebirgen und Mineralquellen, Alaun mit seinen Varietäten als Ausblühung auf Kohlenlagern, in Solfataren, Grotten ꝛc., die verschiedenen Salpeter als Ausblühung auf der Erde, an Mauern, in Höhlen, Thonlagern, Salmiak besonders in Vulkanen, die Vitriole als sekundäres Erzeugniß auf Mineralgängen.

268. Zweite Klasse, Chalcite. Im Wasser unlösliche, meist farbige Körper, salzähnlich, nie metallisch, ihrer chemischen Zusammensetzung nach Sauerstoff- und Haloidsalze, mit metallischen Radikalen der vorwaltenden Basis oder Säure. Die die erste Ordnung bildenden wasserhaltigen Chalcite sind theils amorphe Substanzen, wie Phosphor- und Arseneisensinter, Gelbeisenerz, Bleigummi ꝛc. oder krystallinische, wie Zinkblüthe, Malachit, Kupferlasur, Kupferuranit, Kupferglimmer, Kupferschaum, Strahlerz, Nickelblüthe ꝛc. Die zweite Ordnung sind die wasserfreien Chalcite, wie Bromsilber, Jodsilber, Chlorsilber, Gelbbleierz, Bleisulphat, Zink-, Mangan-, Eisenspath. — Malachit, ein schön grünes Kupfererz findet sich besonders ausgezeichnet im Ural und wird zu Vasen, Becken, Ornamenten ꝛc. verarbeitet. Kupferlasur, eine kohlensaure Kupferverbindung, ist prächtig blau und kommt besonders schön zu Chesy bei Lyon vor. Eisenspath, eines der vorzüglichsten Eisenerze, ist namentlich in Steiermark häufig.

269. Dritte Klasse, Haloide; im Wasser ganz unlösliche oder doch nur sehr wenig lösliche Körper, farblos, salzähnlich, nie metallisch, ihrer chemischen Zusammensetzung nach Sauerstoff- und Haloidsalze mit nicht metallischen Radikalen der vorwaltenden Basis und Säure (Kohle, Fluor, Phosphor, Boron und Schwefel bestimmen die Gruppen dieser Klasse). Wasserfrei sind Talkspath, Rautenspath, Braunspath, Kalkspath, Aragonit, Flußspath, Apatit, Boracit, Schwerspath oder Baryt, Anhydrit ꝛc. Wasserhaltig: Aluminit, Gyps, Lazulit ꝛc. — Kalkspath, eines der allerverbreitetsten Mineralien begreift die krystal-

---

bereits Mitgetheilte zu berücksichtigen. Die einfachste Eintheilung der Mineralien, im Wesen mit der Werner's übereinstimmend, ist die in erdige, salzige, brennbare und metallische, oder in Steine, Salze, Brenze und Metalle. Seit Werner's Zeit sind zahlreiche Mineralsysteme aufgestellt worden, mehr künstliche, — chemische oder krystallographische — von Berzelius, Brongniart, Cronstedt, Hauy, Beudant, Gmelin, Weiß, Hausmann, mehr natürliche von Mohs, Breithaupt, Glocker, Naumann u. A.

Digitized by Google

lisirten Varietäten des kohlensauren Kalks, deren Krystallformen ungemein zahlreich sind; wichtiger sind die derben Varietäten, so der gemeine Kalkstein, Marmor als Material zu Bau- und Kunstwerken. Flußspath kommt häufig auf Erzgängen vor; dieses oft durchsichtige, schön grüne, gelbe, blaue, violette Mineral dient als Zusatz beim Erzschmelzen, um dasselbe zu befördern, und wird auch zu Kunstwerken und Zierrathen verarbeitet. Das specifische Gewicht des Schwerspaths geht bis 4,7. Gyps (schwefelsaurer Kalk) ist sehr verbreitet; die durchsichtige Varietät heißt Marien- oder Frauenglas, die rein weiße körnige Varietät Alabaster, der zu verschiedenen Gegenständen verarbeitet wird; der gemeine Gyps dient, roh oder gebrannt, immer aber gepulvert als Verbesserungsmittel des Bodens.

270. Die vierte Klasse, Erden, begreift die Kiesel-, Thon-, Talkerde und deren Hydrate. Sie sind theils amorph wie der Opal, theils krystallinisch, wie Quarz, Korund, Diaspor ꝛc. — Die schönen Varietäten des edeln Opals, ausgezeichnet durch Farbenspiel, werden als Schmucksteine gefaßt. Quarz, ein mineralogisch und geologisch höchst wichtiges, allverbreitetes Gestein kommt in den verschiedensten Varietäten und Formen vor (Bergkrystall, Amethyst, gemeiner Quarz, Hornstein, Jaspis, Chalcedon, Feuerstein; Achat ist ein Gemenge mehrerer Varietäten). Der rothe Korund heißt gewöhnlich Rubin, der blaue Saphyr, beide sind kostbare Schmucksteine. Manche thonige Erden werden von gewissen Völkern, z. B. den Otomaken in Brasilien in Zeiten des Mangels zur Beschwichtigung des Hungers verschluckt.

271. Fünfte Klasse, Geolithe. Hieher gehören die meisten steinartigen und dabei aus erdigen Bestandtheilen gebildeten Körper; Verbindungen der Kiesel- und Thonerde mit vorwaltend nur erdigen und alkalischen Basen (namentlich der Talkerde, Kalkerde, des Borons, Natrons). Die erste Ordnung wasserhaltiger Geolithe enthält wieder krystallinische, wie den Talk (mit Speckstein), Serpentin, Prehnit, Chabasit, Analcim, Stilbit ꝛc. und amorphe, wie den Meerschaum, Seifenstein, Kaolin und Thon, Steinmark, Pechstein ꝛc.; zur zweiten Ordnung wasserfreier Geolithe gehören Obsidian, Lasurstein, Porzellanspath, Leucit, Spodumen, Labrador, Skapolith, Nephrit, Topas, Beryll, Smaragd, Chrysoberyll, Zirkon, Hyacinth. — Talk und Serpentin setzen als Felsarten mächtige Lager und Felsmassen zusammen. Der Meerschaum, ein kieselsaures Talkerdehydrat, am schönsten in Anatolien vorkommend, wird zu Pfeifenköpfen verarbeitet. Kaolin oder Porzellanerde, wird zur Bereitung des Porzellans gebraucht, bildet Gänge und Lager; Thon ist durch kohlensauren Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxyd, Quarzsand verunreinigter Kaolin; die Varietät Töpferthon dient zur Verfertigung des Thongeschirrs. Obsidian oder natürliches Glas findet sich an Vulkanen, wurde von den alten Mexikanern zu Axt- und Messerklingen verwendet; Bimsstein ist schaumig und schwammig aufgeblähtes vulkanisches Glas. Labrador und Lasurstein werden zu Schmuck- und Kunstsachen verarbeitet; letzterer meist aus Sibirien und China kommend, diente früher zur Bereitung des schönen Ultramarinblau's, welches jetzt künstlich dargestellt werden kann. Die oben genannten sechs letzten Sippen sind Edelsteine.

Digitized by Google

272. Sechste Klasse, Amphoterolithe, begreift Verbindungen der Kiesel- und Thonerde, deren Basen theils Erden und Alkalien, theils Metalloxyde (namentlich des Eisens) sind, oder deren erdige Basen oft von isomorphen Metalloxyden (d. h. solchen, welche die gleiche Krystallform bewirken) vertreten werden. Wasserfrei sind Spinell, Chrysolith, Turmalin, Granat, Pyrop, Hypersthen, Lithion- und Magnesiaglimmer ꝛc.; wasserhaltig und zwar krystallinisch Chlorit, Fahlunit, Pinit, Bergholz ꝛc., amorph Bergseife, Bolus, Gelberde, Grünerde ꝛc. — Spinell und Chrysolith sind Edelsteine, Turmalin (Schörl) wird durch Reiben oder Erwärmen stark elektrisch; Granat kömmt sehr häufig in krystallinischen Schiefergesteinen vor; die schönen Varietäten des Granats und Pyrops werden zu Schmucksteinen oder Perlen verarbeitet. Die Glimmer sind ein sehr verbreiteter Gemengtheil vieler Gesteine. Bol, sonst (als sogen. terra sigillata) in Ansehen als Arzneimittel, wird fast nur noch als Farbe gebraucht.

273. Siebente Klasse, Chalkolithe. Ebenfalls Verbindungen der Kiesel- und Thonerde mit schweren Metalloxyden (namentlich des Kupfers, Eisens, Mangans, Zinns, Zinks) als vorwaltenden Basen. Erste Ordnung: Wasserhaltige. Amorph sind Kupfergrün, Kupferblau, Bohnerz ꝛc., krystallinisch Manganssilikat, Cerit, Galmei ꝛc. Zweite Ordnung: Wasserfreie. Stannit, Kieselmangan, Kieselwismuth ꝛc. — Galmei (kieselsaures Zinkoxyd) ist eines der Erze, aus welchen das Zinkmetall dargestellt wird.

274. Achte Klasse, Tantalitoide. Begreift tantalsaure, niobsaure, pelopsaure, scheelsaure und titansaure Salze von Metalloxyden oder Erden, von nicht salzähnlichem, sondern oft halb metallischem Ansehen und meist sehr verwickelter Zusammensetzung. Tantalit, Wolfram, Titanit ꝛc. — Wolfram ist Säure des Wolfram- oder Scheelmetalls mit Eisen- und Manganoxydul; kommt fast immer in Gesellschaft des Zinnerzes vor.

275. Neunte Klasse, Metalloxyde, nämlich Oxyde der schweren Metalle und Verbindungen derselben von nicht salzähnlichem Ansehen. Erste Ordnung: Wasserhaltige: Raseneisenerz, Brauneisenerz, Kupfermanganerz, Kupferschwärze, Kobaltmanganerz, Uranocker, Antimonocker. Zweite Ordnung: Wasserfreie: Antimonoxyd, Tellurit, Wismuthocker, Molybdänocker, Scheelsäure, Mennig, Uranpecherz, Rothzinkerz, Rothkupfererz, Rutil, Zinnerz, Rotheisenerz, Chromeisenerz, Magneteisenerz ꝛc. — Diese Metalloxyde werden großentheils durch den Bergbau gewonnen und dienen zur Darstellung des Eisens, Kupfers, Kobalts, Antimons, Wismuths, Zinks, Zinns.

276. Zehnte Klasse, Metalle. Gediegene Metalle und einige ihrer Verbindungen. Eisen, Platin, Iridium, Iridosmium, Palladium, Gold, Kupfer, Blei, Merkur, Silber, Wismuth, Antimon, Arsen, Tellur ꝛc. — Man wolle das in der Stöchiologie über sie Gesagte vergleichen. — Roth sind von allen Metallen nur Kupfer und Titan. Nach neuester Angabe wäre Iridium der schwerste aller bekannten Körper, nämlich fast 24mal schwerer als das Wasser und noch strengflüssiger als Platin. v. Kobell will alles gediegene Eisen für meteorisch, d. h. aus dem Weltraum auf die Erde gestürzt, hal-

Digitized by Google

ten; es ist immer mit Nickel verbunden, welcher in irdischen Eisenerzen nicht vorkommt.

277. Elfte Klasse, Galenoide oder Glanze. Verbindungen von Metallen mit Schwefel, Selen und Tellur, metallischen Ansehens, von Farbe meist grau und schwarz, selten weiß und tombackgelb, mild oder geschmeidig, einige wenig spröde. Die Härte reicht kaum über die des Kalkspaths hinaus. Tellurische Glanze: Tellursilber, Schrifterz, Blättertellur, Tellurwismuth, Tellurblei. Selenische Glanze: Selenmerkur, Selensilber, Selenkupfer, Selenblei. Schwefelglanze: Bleiglanz, Antimonglanz, Kupferantimonglanz, Kupferglanz, Silberglanz, Nadelerz, Wismuthglanz ꝛc. — Schrifterz ist eines der Golderze; auch das Tellurblei enthält manchmal Gold. Bleiglanz wird durch Bergbau gewonnen, dient allgemein zur Darstellung des Bleies und enthält manchmal Silber. Kupferglanz ist eines der Erze, aus welchen das metallische Kupfer, Silberglanz eines jener, aus welchen das Silber gewonnen wird. Das meiste Antimon erlangt man aus dem Antimonglanz.

278. Zwölfte Klasse, Pyritoide oder Kiese. Schwefel-, Arsen- und Antimonmetalle von metallischem Ansehen; Farbe meist gelb, weiß oder roth, selten grau und schwarz, fast immer spröde; Härte von der des Kalkspaths bis zu der des Feldspaths. Antimonsilber, Weißgiltigerz, Fahlerz, Kupferblende, Kupferkies, Arsenmangan, Zinnkies, Arseneisen, Magnetkies, Pyrit, Glanz- und Speiskobalt, Eisennickelkies, Antimonnickel ꝛc. — Antimonsilber gehört zu den eigentlichen Silbererzen. Weißgiltigerz ist ein Gemenge aus Bleiglanz und Antimonglanz mit manchmal 20 Procent Silber. Fahlerz, Kupferblende, Kupferkies sind Kupfererze, die nicht selten auch zur Silbergewinnung benützt werden.

279. Dreizehnte Klasse, Cinnabarite, Blenden. Schwefelmetalle von nicht metallischem oder nur halbmetallischem Ansehen, fast immer durchscheinend; Demant- bis Perlmutterglanz, zum Theil metallähnlich; mild oder wenig spröde; Härte bis zu der des Flußspaths. (Enthalten Kupfer, Mangan, Zink, Cadmium, Antimon, Silber, Quecksilber, Arsen.) Kupferindig, Manganblende, Zinkblende, Antimonblende, Merkurblende, Realgar, Auripigment. — Zinkblende oder Blende schlechthin (Schwefelzink) ist eines der Erze, aus welchen der Zink dargestellt wird; Realgar und Auripigment sind Schwefelverbindungen des Arsens, finden in Gewerben ꝛc. verschiedene Anwendung und werden auch künstlich dargestellt.

280. Vierzehnte Klasse, Thiolite, Schwefel. Wegen seines ganz eigenthümlichen Verhaltens muß aus dem Schwefel eine eigene Klasse gebildet werden. Selenschwefel findet sich auf der Liparischen Insel Volkano; über den gewöhnlichen Schwefel vergl. §. 118.

281. Fünfzehnte Klasse, Anthracide. Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen, theils krystallinisch, unorganischen Ursprungs, theils aus zersetzten und mineralisirten Pflanzenstoffen entstanden; auch organisch saure Salze. Diamant, Graphit, Anthrazit, Schwarzkohle, Braunkohle, Bernstein, Erdöl, Asphalt, Retinit, Mellit, Oxalit. — Vergl. hierüber §. 112. Der Diamant

Digitized by Google

oder Demant, der härteste bekannte Körper, sehr stark lichtbrechend, bekanntlich aus reinem Kohlenstoff bestehend, findet sich in Ostindien, Brasilien, Mexiko, im Ural ꝛc., gewöhnlich im Sand, Schuttland, in Krystallen und losen Körnern, in der brasilianischen Provinz Minas Geraes auch im festen Itakolumitgestein, Glimmerschiefer und weißem Quarzfels. Die Meinung, daß auch dieser schönste und kostbarste aller Edelsteine organischen Ursprungs sey, ist hiedurch widerlegt. — Bernstein findet man vorzüglich an den Ostseeküsten; 1842 wurde ein Bernsteinlager in Schlesien entdeckt. Mellit und Oxalit sind organisch-saure Salze.

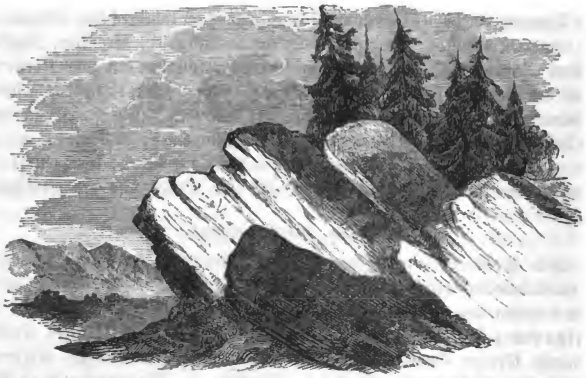
Felsarten, Versteinerungen.

282. Felsarten nennt man die Mineralien, insoferne sie größere Massen darstellend wesentlich zur Bildung der Erdfeste beitragen. Gleichartige Felsarten bestehen nur aus einer Steinart, ungleichartige aus mehreren. Gleichartige sind z. B. körniger Kalk (hiezu auch Marmor), dichter Kalkstein, Kreide, Dolomit, körniger Gyps (Alabaster), Steinsalz, Quarzfels, Talk-, Chlorit-, Hornblende-, Kiefelschiefer, Obsidian, Bimsstein ꝛc. Ungleichartige Gesteine sind Glimmerschiefer (bestehend aus Quarz und Glimmer), Granit (gebildet von Feldspath, Quarz, Glimmer, von krystallinisch körniger Struktur, in vielen Varietäten vorkommend), Gneiß (aus denselben Mineralien bestehend, wie der Granit, aber von körnig-schieferiger Struktur), Syenit (aus Feldspath und Hornblende zusammengesetzt), Diorit (Grünstein), Gabbro, Hornfels, Melaphyr (Augit- oder schwarzer Porphyr), quarzführender (oder rother) Porphyr, Trachyt, Anamesit (Trapp, bestehend aus Labrador, Augit und Magneteisen, Struktur feinkörnig), Basalt (gleiche Bestandtheile, Struktur sehr dicht, so daß das Gestein fast als gleichartiges erscheint), Phonolith (Klingstein), Lava (sehr verschieden; man bezeichnet so überhaupt die aus Vulkanen ergossenen Gesteinsmassen, bald mehr Trachyten, bald mehr Basalten und Phonolithen ähnlich).

283. Nach der Struktur sind die Felsarten körnig, schieferig, dicht, porphyrartig (in einer teigigen Grundmasse noch deutliche Theilchen eines Minerals einschließend, welches auch den Teig mit bildet), mandelsteinartig (haben hohle, mit verschiedenen Mineralien erfüllte Blasenräume). Trümmergesteine bestehen aus neben einander liegenden, durch einen Kitt zusammengehaltenen Theilchen; diese sind oft sehr klein, wie in den Sandsteinen, oder grobkörnig oder groß, wie in der Grauwacke, Nagelfluh, dem Knochentrümmergestein (oder Knochenbreccie). Lose Gebirgsarten entstehen durch Verwittern und Zerfallen; hieher Sand, Schutt, Gruß, Gerölle ꝛc. Endlich werden auch noch Stein- und Braunkohlen zu den Felsarten gerechnet.

284. Schichtung nennt man die Abtheilung der Felsarten in Lagen; sie verräth sich durch Spalten; die Schichten sind durch allmäligen Absatz aus dem Wasser entstanden, die unteren früher, die oberen später. Manche Schichten sind gegen den Horizont unter einem mehr oder minder großen Winkel geneigt, der manchmal sogar zu einem rechten wird, so daß die Schichten senkrecht, wie in umstehender Figur, auf dem Kopfe stehen; andere sind verschiedentlich gewunden und gebogen. Das sichtbare Ende der Schichten heißt deren Ausgehendes, die vorstehenden Enden geneigter Schichten Schichtungsköpfe, die zunächst unter einer

Digitized by Google



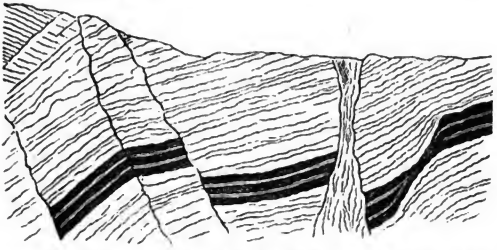
Schichte befindliche nennt man das Liegende, die zunächst über ihr das Hangende, die Neigung der Schichten ihr Einfallen, ihre Erstreckung nach einer bestimmten Himmelsgegend ihr Streichen; die Mächtigkeit, d. h. die Dicke der Schichte wechselt von der eines Blattes Papier bis zu vielen Fußen und Klaftern. Weil die geschichteten Gesteine aus dem Wasser entstanden sind, heißen sie auch neptunische, die nicht geschichteten, durch Feuerwirkung gebildeten plutonische und vulkanische. Diese zeigen bisweilen eine tafel- oder plattenförmige Absonderung, die nicht mit Schichtung zu verwechseln ist, oder sie sind säulenförmig abgesondert, wie namentlich Basalt, Phonolith, Trachyt, wobei bisweilen die Säulen gegliedert erscheinen; die säulenförmige Absonderung beruht auf der Abkühlung und Zusammenziehung der in feurig flüssigem Zustande aus dem Erdinnern emporgedrungenen Gesteinsmassen. Ferner sind sowohl neptunische als plutonische Felsarten manchmal unregelmäßig zerklüftet.

285. Die neptunischen Schichten liegen überall auf der Erde in bestimmter Folge über einander, die man nach und nach mittelst zahlloser Beobachtungen an den verschiedensten Punkten der Erde erkannt hat; identische Schichten schließen in allen Gegenden die gleichen Versteinerungen ein und sind auch hinsichtlich der Felsart gleich oder ähnlich. Man stellt die erkannte geognostische Beschaffenheit einer Gegend häufig in Profilen dar, als Beispiel möge das Profil vom Kniebis bis zum Bodensee dienen. a ist der Roßbühl auf dem Kniebis, aus buntem Sandstein bestehend. b und c Grießbach und Rippoldsau; Gneiß. d Reinerzau, Todtliegendes, zwischen Gneiß und buntem Sandstein. e Alpirsbach. f—h die Muschelkalkgruppe mit Steinsalz. g Rottweil, i Keuper. h Liaskalk und Sandstein, m Molassengebilde, bei l das Donauthal. o Insel Meinau im Bodensee. (Siehe die nächste Seite.)

286. Bei den plutonischen Gebilden ist keine bestimmte Lagerung wahrnehmbar; sie liegen neben einander oder auf- und ineinander. Dieses rührt her von ihrem unregelmäßigen gewaltsamen Emporbringen in feurig-flüssigem Zustande (woher der Name eruptive Gesteine), wobei sie die neptunischen Schichten durchbrachen, sich über dieselben ergossen, oder die obersten nicht

Digitized by Google

durchbrechend nur alle in ihrem Bereich befindlichen rücksichtlich ihrer Lagerung störten, wodurch Sättel und Mulden entstanden, oder Rücken, Wechsel, Verwerfungen, wenn die einen oft mehr als die andern erhoben wurden, wie nachstehende Figur zeigt.



Manchmal wurden die neptunischen Schichten senkrecht aufgerichtet, ja ganz umgestürzt, so daß die untersten zu oberst kamen. Auch bereits früher aufgestiegene plutonische Massen wurden von späteren durchbrochen oder ihre Spalten ausgefüllt, wodurch die Gesteinsgänge entstanden.*) In Folge der bedeutenden Reibung beim Heraufdringen wurden manche Flächen geglättet (sogen. Rutschflächen, Harnische, Spiegel) und eigenthümliche Reibungskonglomerate (Breccien) gebildet, auch erfuhren die neptunischen Gesteine mannigfache Umbildungen, Veränderungen in Farbe, Substanz, chemischer Beschaffenheit. (Metamorphische Gesteine.)

287. Die neptunischen Gesteine enthalten Versteinerungen, Petrefakte, d. h. von Steinmasse (am häufigsten kohlensaurem Kalk, dann Quarz, Schwefeleisen, Thoneisenstein, Kupferglanz) durchdrungene Reste ehemals lebender Pflanzen und Thiere, welche natürlich in den plutonischen fehlen. Manche dieser Geschöpfe, namentlich Pflanzen, Insekten, Fische haben nur Abdrücke in der ehemals weichen Masse hinterlassen oder sogen. Steinkerne, gleichsam Abgüsse ihres ehemals erfüllten Körpers, während die äußere Hülle verschwunden ist, so namentlich Muscheln. Die fossilen Ueberreste organischer Wesen lehren uns, daß in den ältesten Perioden Pflanzen und Thiere die Erde bevölkert haben, welche den jetzigen ganz unähnlich sind und daß im Laufe der Zeiten eine allmälige Annäherung an die gegenwärtige organische Welt stattgefunden hat.

*) Man unterscheidet gewöhnliche Gänge, welche von unten herauf durch die mehr oder weniger horizontalliegenden Schichten aufsteigen, Lagergänge, welche zwischen den Schichten parallel mit ihnen verlaufen, und Kontaktgänge, welche an den Grenzen verschiedener Gebirgsarten, z. B. plutonischer und neptunischer, sich gebildet haben. Oft durchsetzen und durchschneiden sich verschiedene Gänge netzartig.

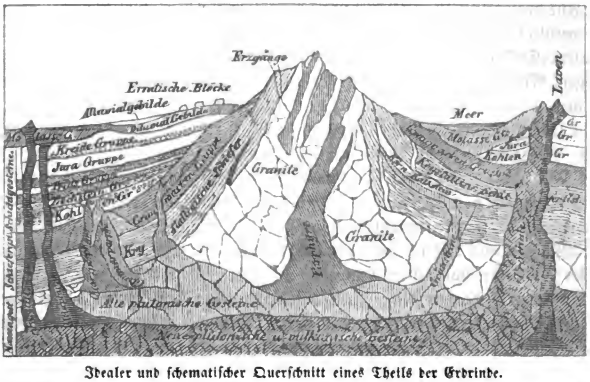
Digitized by Google

Uebrigens ist klar, daß die Petrefakten nur einen annähernden Schluß auf die Beschaffenheit der organischen Natur früherer Zeiten gestatten, indem viele zarte Geschöpfe gänzlich zerstört wurden, während andere mit harten Theilen versehene sich leicht erhalten konnten. *)

288. Indem zum Theil dieselben Spezies organischer Wesen in den verschiedensten Theilen der Erde vorkommen, lehren uns jene Reste ferner, daß ehemals eine gleichförmige und zwar hohe Temperatur über die Erde verbreitet war und der scharfe Unterschied der jetzigen Klimate nur allmälig eingetreten ist. Die ältesten Ueberreste gehören Meerbewohnern an, denen sich bald Uferpflanzen und Uferthiere zugesellen, später erscheinen Landpflanzen und Landthiere, und endlich auch Süßwasserbewohner. Es war also zuerst Alles vom Meere bedeckt, über welches nur nach und nach Inseln und Kontinente emporkamen, auf welchen sich Flüsse und Seen bildeten. Gewisse Arten thierischer Ueberreste sind besonders wichtig geworden, weil sie, wenn wir sie auch in den weitentlegensten Ländern antreffen, uns die Identität der Schichten beweisen, d. h. daß diese Schichten, in welchen sie vorkommen, ungefähr zu gleicher Zeit entstanden sind. Man nennt solche Arten charakteristische, auch Leitmuscheln, weil wenigstens die Mehrzahl der Klasse der Weichthiere angehört.

Geognostische Anordnung der Felsarten. (Bau der Erdrinde.)

Beistehende von Cotta entlehnte Figur soll einen Begriff vom Bau eines quer durchschnittenen gedachten Theiles der Erdrinde geben. Was aber über viele Gegenden



Idealer und schematischer Querschnitt eines Theils der Erdrinde.

*) Mit den Schichten, in welchen sie abgesetzt wurden, finden sich auch die Petrefakte öfters in außerordentliche Höhen erhoben; man fand in Südamerika Knochen von Mastodon in 13,000, fossile Muscheln in 17,000 Fuß Höhe. Manche urweltliche Thiere haben sich im Eise erhalten; so Rhinocerosse, Mammuths, deren Fleisch noch von Hunden verzehrt wird; 1846 wurde aus dem Eise Sibiriens ein Elephant gegraben, an dem selbst der Augapfel noch wohl erhalten war. (Auch heute noch werden Körper und Skelete von Thieren, sogar von Walfischen in Eisberge eingeschlossen.) Die Knochen der

Digitized by Google

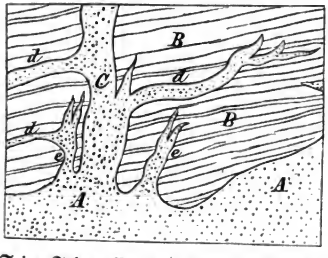
zerstreut ist, findet sich hier zusammengestellt, die Figur ist also eine schematische, — aber auch eine ideale, weil wohl nirgends ein Durchschnitt, wenn man ihn machen könnte, gerade diese Proportionen zeigen würde.

A. Plutonische und vulkanische Bildungen.

(Primitive Gebirge, Urgebirge, primäre Formationen.)

289. Namentlich Gneis und Glimmerschiefer, unter dem Namen krystallinisches Schiefergebirge zusammengefaßt, bilden die tiefsten bis jetzt bekannten Theile der Erdfeste, die erstarrte Kruste des flüssig gewesenen oder noch flüssigen Kerns, welche wieder von Granit-, Diorit-, Porphyr-, Basaltströmen während der Bildungsperiode der neptunischen Formationen durchdrungen wurden, während sie selbst fast nie gangförmig in andere Gesteine eindringen. Ein großer Theil der deutschen Gebirge und der größte jener von Skandinavien hat zur Grundlage Gneiß; er findet sich auch in Frankreich, Schottland, im Himalayah, in Nord- und Südamerika. An manchen Stellen erlitt der Gneis durch von unten nachdringende Massen selbst wieder Hebungen und Störungen, besonders deutlich z. B. im Schwarzwalde. Manchmal enthält er Höhlen; die sogen. Krystallkammern der Alpen, Fundstätten der schönsten Bergkrystalle, gehören dem Gneis, Glimmerschiefer und Granit an. Die Berg- und Felsgestalten des Gneises sind meist einförmig. — Glimmerschiefer herrscht vor in den Alpen Tyrols, Salzburgs, der Schweiz, den Sudeten, in Schottland und Irland, Skandinavien, Spanien, und findet sich auch in den Kordilleren und im Himalayah; mit ihm und Gneis verbunden sind Chlorit- und Talkschiefer. Der minder verbreitete Syenit wird hie und da von Granit, Porphyr und Melaphyr durchsetzt.

290. Der Granit tritt häufig als eruptive Masse gangförmig in andern Bildungen auf, so im Glimmerschiefer, Syenit, im Kalk und andern neptunischen Formationen, aber auch ältere Granite sind oft von jüngern durchbrochen. Der Granit ist außerordentlich verbreitet, namentlich in der alten Welt, bildet einzelne Berge oder ganze Gebirge, in den Alpen und im Himalayah den Fuß riesiger Bergmassen, deren Gipfel neptunische Gesteine zusammensetzen. In Finnland, auch in den Alpen, in Nordamerika zeigt er manchmal kesselartige, durch lang anhaltende Wasserwirbel erzeugte Vertiefungen, sogen. Riesentöpfe. Seine Felsmassen sind häufig imposant und malerisch, manchmal gigantischen Ruinen ähnlich; oft bildet er zackige, nackte Gipfel, schroffe Kämme mit fast



urweltlichen Thiere lassen bisweilen wieder geheilte Knochenbrüche und Bißwunden, sogar mehr oder minder erhaltene Blutkörperchen, die Pflanzen oft das feinste Zellgewebe, Blüthenstaub ꝛc. erkennen. Den Inhalt des Dintenbeutels fossiler Sepien benützt man bisweilen noch zu Tusche. — Man kennt jetzt (mit den Diatomeen) über 3000 fossile Pflanzen und 24,000 fossile Thierarten.

Digitized by Google

senkrecht abfallenden Wänden und seine tief eingeschnittenen Thäler sind nicht selten mit Felsblöcken überstreut. Manche einzeln stehende Granitmassen, namentlich am Harz, verhalten sich magnetisch. — Umstehende Figur (S. 133) zeigt, wie sich (am Cap Wrath in Schottland) Granit A — e im Thonschiefer B verzweigt.

291. Andere eruptive Gesteine sind der Quarzfels, auch mancher körnige Kalk, z. B. der bei Miltitz in der Gegend von Meißen den Hornblendeschiefer durchsetzende, während anderer körniger Kalk ein neptunisches, durch vulkanische Gebilde metamorphosirtes Gestein ist; dann der körnige weiße Dolomit und mancher körnige Gyps. Der quarzführende Porphyr hat bei Freiberg den Gneis vielfach durchdrungen, bei Meißen und anderwärts den Granit, in manchen Gegenden Deutschlands, Frankreichs und Englands den Thonschiefer und die Kohlengebirge. Durch die säulenförmige Ablagerung, welche er manchmal zeigt, nähert er sich den vulkanischen Gebirgsarten, namentlich dem Basalt; seine Felsmassen sind oft sehr malerisch, von Trümmern alter Burgen gekrönt, seine oft kegel- und domförmigen Berge erheben sich hie und da bis zu mehreren tausend Fuß Höhe. Diorit findet sich namentlich in der Grauwacke und im Thonschiefer, bisweilen durchsetzt er auch den Granit; Serpentin und Gabbro bilden öfters Gänge und Stöcke im Schiefergebirge; Melaphyr hat sowohl plutonische als neptunische Massen mit Gängen durchdrungen.

292. Während die eben betrachteten plutonischen Gebilde nur in den älteren Formationen, namentlich im Grauwacke- und Kohlengebirge, eine bedeutende Rolle spielen und dann, schwächer werdend, schon vor der Juraformation fast ganz verschwinden, gehören die vulkanischen Gebilde verhältnißmäßig späteren Perioden an und setzen ihre Wirksamkeit bis in unsere Zeit fort. (Die plutonischen Felsarten haben als bedeutsamen Bestandtheil Quarz, die vulkanischen Augit.) Der Trachyt stieg gleich dem Basalt in ziemlich später Zeit aus dem Erdinnern empor; durch die gewaltsame Reibung hiebei entstanden Konglomerate aus den Trümmern des Trachyts und der von ihm berührten anderen Gesteine. Im Siebengebirge und der Eifel, in der Auvergne, in Ungarn ꝛc. kommt Trachyt vor, am mächtigsten tritt er aber in Südamerika auf, wo er viele der höchsten Gipfel der Kordilleren darstellt und manchmal gewaltige Blasenräume enthält, deren Wände Schwefel bedeckt. Seine Berge steigen steil und schön in Glocken- oder Kuppelform empor.

293. Phonolith tritt namentlich in der Rhön, in Böhmen ꝛc. auf, zeigt häufig säulenförmige Absonderung und bildet einzeln stehende Kegelberge. Der ungemein verbreitete Basalt durchsetzt alle neptunischen Schichten bis zum Diluvium und die meisten plutonischen Bildungen; er hob und durchbrach die Schichten und wandelte deren Gesteine auf die merkwürdigste Weise um, sie härtend, röthend, zum Theil verglasend oder ihnen krystallinische Struktur gebend. Kein Gestein zeigt die säulenförmige Anordnung schöner; seit Langem bekannt und bewundert sind deßhalb der Riesendamm an der irischen Küste, die Fingalshöhle auf Staffa; auch Frankreich und Deutschland haben schöne Basaltsäulen aufzuweisen. Umstehende Figur (S. 135) zeigt die Basaltsäulen, auf welchen das alte Schloß Rochemaure im Vivarais ruht. Dieses schwarze Gestein findet sich in

Digitized by Google

Böhmen, Schlesien, der Eifel, schwäbischen Alp, Auvergne und in vielen anderen Gegenden Europa's und fremder Erdtheile. Der Basalt enthält ziemlich oft Höhlen, seine Berge liegen oft einzeln, steigen schroff an und endigen mit gewölbtem oder spitzem Gipfel, pyramidenartig; manchmal liegen ganze Gruppen Basaltberge neben einander. Das jüngste vulkanische Gebilde ist Lava, welche plutonische und neptunische Gesteine aller Perioden durchsetzend noch jetzt von den Vulkanen ergossen wird. Die Laven haben nach den Bestandtheilen, welche zu ihnen zusammenschmelzen, sehr verschiedene Beschaffenheit; mancherlei Trümmergesteine begleiten sie. *)

B. Neptunische oder geschichtete Bildungen.

(Sekundäre und tertiäre Formationen, Diluvium und Alluvium.)

294. Man hat dieselben in neun Gruppen, Formationen, gebracht; die zu einer Formation gehörenden Glieder sind etwa gleichen Alters, treten immer mit einander auf und zeigen gewisse übereinstimmende Merkmale. Die erste Formation ist die der Grauwacke (silurisches und devonisches System von Murchison), welche meist von Schiefern, Sandsteinen, Konglomeraten, manchmal auch von Kalksteinen und Dolomiten gebildet wird. Das tiefste Glied ist der Thonschiefer (mit Dachschiefer und anderen Unterarten). Grauwacke ist bald ein grobkörniges Konglomerat, bald ein ganz feinkörniger Sandstein und wird durch zusammengekittete Bruchstücke von Thon- und Kieselschiefer, Quarz, Feldspath, Granit, Gneis, Porphyr zusammengesetzt. Der Kalkstein dieser Gruppe ist der sogen. Uebergangskalk. Die oberen Glieder derselben (zu welchen Englands Old red Sandstone, alter rother Sandstein, gehört) haben den Namen Devonisches System (von Devonshire) erhalten; auch in Deutschland hat man dieser Gruppe entsprechende Schichten unmittelbar unter dem Kohlengebirge gefunden.

295. In den ältesten Schiefern des silurischen Systems (die tiefsten Schichten der Gruppe enthaltend, so genannt von den alten Silurern in Südwales, wo dieselben besonders entwickelt sind) finden sich außer Fucoiden (tang-artigen Seegewächsen) fast keine Petrefakten; in den oberen und im devonischen System

*) Andere bringen die plutonischen und vulkanischen Bildungen in folgende Gruppen: Granitgruppe, Grünsteingruppe (mit Serpentin), Porphyrgruppe, Basaltgruppe (mit Trachyt) und vulkanische Gruppe.

Digitized by Google

ziemlich viele Reste der ältesten, von den jetzigen sehr abweichenden Meerthiere. In den jüngeren silurischen Schichten trifft man die charakteristischen als Leitmuscheln dienenden Trilobiten und Orthoceratiten, den zu den Cephalopoden gehörenden Graptolithus, von Brachiopoden Leptaena und Pentamerus, von Korallen Calamopora und Catenipora escharoides. Im devonischen System kommen auch die ersten Wirbelthiere, nämlich die beistehend abgebildeten, von den heutigen ganz verschiedenen sonderbaren, gewissen Crustaceen entfernt ähnlichen Fische Cephalaspis, Coccosteus, Pterichthys, und das erst neuerlich in Schottland gefundene, zwischen Salamander und Eidechse stehende Amphibium Telerpeton Elginense, vor; von Stachelhäutern Cyathocrinites, von Kopffüßlern Clymenia, von Armfüßlern Stringocephalus Burtinii, Calceola sandalina, die Pantoffelmuschel. Die oberen Schichten der Grauwacke enthalten einige Farrn- und Palmen-artige Gewächse und den vom Pflanzenreiche stammenden Anthrazit. Es waren damals nur erst wenige Inseln über dem Ocean erschienen und hatten sich mit den für unsere Zeit so fremdartigen Formen von Stigmarien, Lomatophloyos, Didimophylon, Dechenia bedeckt. Beistehend sind die Trilobiten Calymene Blumenbachii, Asaphus Buchii und A. tuberculatus abgebildet. —

Calymene Blumenbachii.

Asaphus Buchii.

Asaphus tuberculatus.

Cephalaspis.

Coccosteus.

Pterichthys.

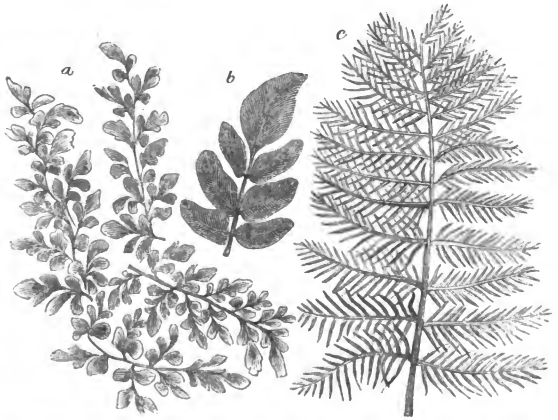
Durch die in ihr aufgestiegenen plutonischen Massen wurden manche Gesteine der Grauwacke sehr verändert; auch kam in ihr bereits Dolomit empor (Kalksteine mit kohlensaurer Magnesia), dessen Entstehung noch immer räthselhaft ist. Die Grauwackengruppe enthält auch Höhlen, von welchen manche sehr bekannt

Digitized by Google

sind, z. B. die Baumannshöhle am Harze, und bildet meist breite, oft plumpe Gebirgsrücken.

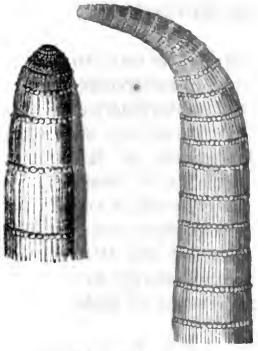
296. Die Glieder der Steinkohlengruppe, der zweiten Formation, bestehen aus Schiefer- und Sandsteinen, bisweilen auch Kohlenkalkstein (dem sogen. Bergkalk), mit Kohlenlagern abwechselnd. Charakteristisch für diese Gruppe sind die unermeßlichen Ablagerungen einer unendlich üppigen, eben so prachtvollen als zierlichen, zum Theil kolossalen Pflanzenwelt, wie sie nur in einem sehr heißen Klima gedeihen konnte; sie bildeten die für die Industrie einer späten Zukunft so wichtige Steinkohle. Diese Lager, meist in muldenförmigen Vertiefungen abgesetzt, nehmen nur in Europa einen Raum von manchen Tausend Quadratmeilen ein und liegen in einzelnen bis über 100 verschiedenen Schichten über einander, deren Stärke von einigen Zollen bis 40 Fuß betragen kann. Die Kohlenlager sind durch spätere Hebungen oft vielfach verworfen und zerrissen.

297. Die Pflanzen jener Epoche waren meist Farrn (diese bilden etwa $^2/_3$ der bekannten 300 Species), häufig baumartig (Neuropteris, Pecopteris, Sphenopteris, Sigillaria), Schafthalme (Calamites), Bärlappe (Lepidodendron). Sehr häufig kommen aufgerichtete Baumstämme vor, die an der Stelle, wo sie gewachsen, ruhig von Niederschlägen umhüllt wurden. Von Thieren sind vorzüglich Brachiopoden da; charakteristisch sind Productus und Spirifer, namentlich P. reticulatus und S. striatus. Die Fischreste sind die der Grauwacke. Im Kohlenkalk findet sich die charakteristische Koralle Fusulina. Nachstehend finden sich abgebildet Neuropteris flexuosa, Sphenopteris polyphyllia, Pecopteris Mantellii und Calamites Suckowii.



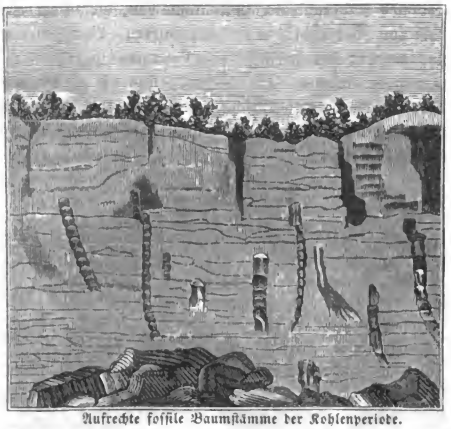
a. Neuropteris flexuosa. b. Sphenopteris polyphyllia. c. Pecopteris Mantellii.

Digitized by Google



Calamites Suckowii

298. Die Glieder der Kohlengruppe wurden in ihrer Lagerung durch plutonische und vulkanische Felsmassen (Porphyr, Basalt, Dolerit) bedeutend gestört; sie veranlaßten Neigung, Windung, Verwerfung der Schichten. Oft gerathen Kohlenflötze in Brand durch Zersetzung des in ihnen häufig vorkommenden Schwefeleisens, welches sich bei Zutritt von Wasser entzündet. Solche oft nicht zu löschende Kohlenbrände dauern manchmal viele Jahre (der sogen. brennende Berg bei Duttweiler glüht schon über 200 Jahre) und die Gesteinsschichten erleiden hiebei bedeutende Umwandlung. — Kohlensandstein und Schiefer bilden gewöhnlich rundliche Berge, von breiten Thälern durchschnitten, manchmal auch malerische Felsparthien.



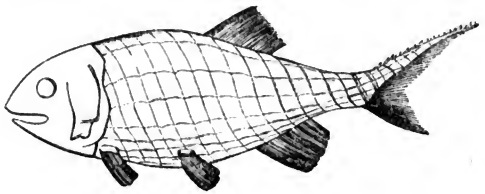
Aufrechte fossile Baumstämme der Kohlenperiode.

299. Rothes Todtliegendes und Zechstein sind die dritte Formation. Man unterscheidet in dieser Gruppe von unten nach oben a) das rothe Todtliegende, ein Konglomerat, gewöhnlich durch Eisen etwas röthlich gefärbt; b) das graue oder weiße Todtliegende, kalkhaltig; c) Kupferschiefer, ein kalkig thoniges Gestein, von Kupfererzen und Erdpech durchdrungen; d) Zechstein, ein dichter Kalk; e) Mergelerde, kalkig-thonig, reich an Erdpech; f) Zechstein-Dolomit oder Rauchwacke, krystallinisch körnig, aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde bestehend; g) bituminöser Kalk; h) Gyps, meist körnig, von Farbe röthlich, weiß oder grau.

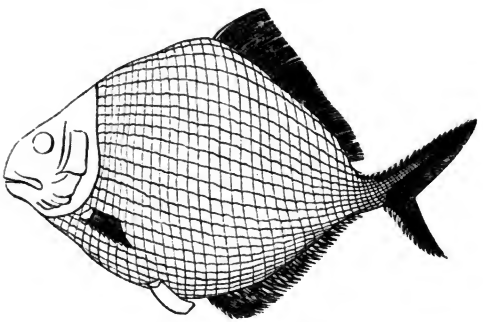
300. Die Pflanzenreste weichen, wenn auch nicht in den Sippen, doch in

Digitized by Google

den Arten, von denen der Steinkohlengruppe ab, gehören kryptogamiſchen Land- und Seegewächſen, auch Nadelhölzern an; die ſogen. Frankenberger Kornähren kommen von Cupressites Ullmanni. Das rothe Todtliegende enthält viel Holzſtein, d. h. in Quarz umgewandelte Hölzer und Wurzeln. Charakteriſtiſche Thierreſte dieſer Gruppe ſind Productus horridus, manche Spirifer, Gorgonia retiformis; im Kupferſchiefer finden ſich viele Fiſche, beſonders häufig die hier abgebildeten Sippen Platysomus und Palaeoniscus; in dieſer Epoche begann die Bildung rieſenhafter Saurier, eidechſenähnlicher Thiere. — Einige Glieder der Formation, namentlich der Zechſtein, ſind auch in Rußland ſehr ſtark entwickelt, weßhalb man ſie vom Gouvernement Perm permiſches Syſtem genannt hat. Das Todtliegende zeigt ſich oft von Dolerit und Baſalt durchbrochen. Zechſtein und Dolomit bilden gern zackige Wände, das Todtliegende oft maleriſche Bergmaſſen, wie namentlich in Thüringen.



Palaeoniscus.



Platysomus.

301. Die vierte oder Triasformation*) zerfällt a) in den bunten Sandſtein, zuſammengeſetzt aus Quarzkörnern, durch eiſenſchüſſigen Kitt gebunden, verſchieden gefärbt, oft geſtreift, manchmal Thon und Gyps einſchließend.

*) Alberti gab ihr den Namen Trias wegen der beſtändigen Vereinigung von buntem Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper.

Digitized by Google

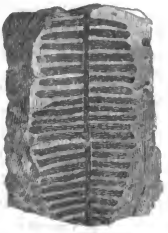
Man findet in ihm nur sparsam einige Muscheln, Farrn und Calamiten, häufig hingegen die Fußspuren (Fährten) urweltlicher Thiere, namentlich Saurier, besonders des Chirotherium, dessen Fährten hier dargestellt sind, Schildkröten und großer Vögel (Ornithichnites giganteus). Als der bunte Sandstein abgelagert wurde, waren die meisten plutonischen Gebilde (in Deutschland alle) schon emporgestiegen; hingegen zeigt er sich oft von vulkanischen Doleriten und Basalten durchbrochen, die seine Farbe und Struktur merkwürdig veränderten. In ihm kommen bisweilen Höhlen und sogen. Felsenthore vor; in manchen Gegenden bildet er plumpe, ziemlich steile Berge; in anderen, z. B. in Rheinbayern, wunderbare säulen-, tempel-, ruinenartige Formen.

Fährten von Chirotherium.

302. Das zweite Glied der Triasformation ist b) Muschelkalk mit seinen Untergliedern, Wellenkalk, Gyps mit Salzthon, Mergel mit Salz und bituminösem Kalk, manchmal auch mit Anhydrit, dann dem Kalkstein von Friedrichshall und Muschelkalk-Dolomit. Alle diese Gebilde umschließen verschiedene, zum Theil in gewaltigen Massen (Milliarden Individuen) vorkommende Thierreste, namentlich Muscheln und Schnecken; zum erstenmal traten die (schon seit der Kreide wieder ausgestorbenen) Ammonshörner, und zwar deren Untersippe Ceratites, besonders der charakteristische C. nodosus, fast immer von Nautilus bidorsatus begleitet, auf; zugleich der merkwürdige, zu den Stachelhäutern gehörende (auch ausgestorbene) Encrinites liliiformis, hier abgebildet, Terebratula vulgaris, Gervilleia socialis, der beistehend dargestellte Krebs Pemphix Sueurii etc. Pflanzenreste fehlen fast ganz. — Im Muschelkalk finden sich manchmal Basaltgänge und sparsam Höhlen; er bildet wenig malerische, langgezogene Berge und Hochebenen mit tiefen Thälern dazwischen. — c) Keuper, namentlich in Deutschland sehr verbreitet, besteht aus Sandstein, Gyps, buntem Mergel, Dolomit und zu unterst aus Kohle (Lettenkohle). In ihm finden sich

Digitized by Google

Encrinites lilliformis.



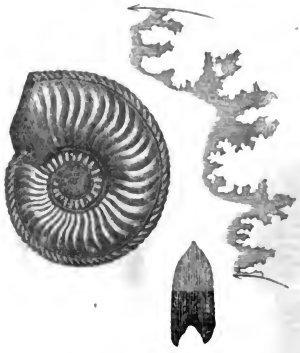
Pterophyllum Jaegeri.

Pemphyx Sueurii.

viele Landpflanzen und farrnartige Gewächse, z. B. Calamites arenaceus, das hier abgebildete Pterophyllum Jaegeri ꝛc.; seine Bergformen haben nichts Charakteristisches.

303. Die fünfte oder Juraformation zerfällt a) in eine untere Gruppe, Lias (sprich Leias, vom englischen Worte layers [französ. lays] oder eigentlich vom deutschen Worte Lagen, wegen der dünnschieferigen Struktur) und in eine obere, den eigentlichen Jura. Der Lias besteht aus Kalksteinen, Schiefern, wenigen Sandsteinen. Schiefer und Kalksteine enthalten manchmal so viel Erdpech, daß man die Gesteine brennen kann. Der Lias ist reich an Brachiopoden (von Terebrateln findet sich besonders häufig T. numismalis), an Muscheln, (in unzählbarer Menge kommen Gryphaea arcuata und Posidonomya vor) an Ammoniten (über 150 Arten, darunter die charakteristische A. Bucklandii und der hier abgebildete A. Amaltheus), dann Belemniten und anderen Cephalopoden, Fischen, Sauriern; von letzteren treten in ihm die meisten Fischkrokodile, Ichthyosaurus auf, dann die merkwürdigen Meerdrachen, Plesiosaurus, mit den Sauriern finden sich deren versteinerte Exkremente (Koprolithen). In Lias erscheinen hie und da Basalte, er stellt flache Hügel dar, über welche sich dann der eigentliche Jura erhebt.

Digitized by Google

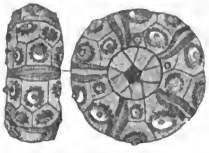


Ammonites Amaltheus.

304. b) Der eigentliche Jura besteht in Deutschland und der Schweiz aus einem schwarzen, mehr den Fuß des Gebirges einnehmenden Theil, einem braunen oder gelben, der die steilen Abhänge, und einem weißen, der die oberen korallenreichen Kalksteinschichten bildet, welche oft als senkrechte Mauer sich erheben. Genauer unterscheidet man in der mittleren und oberen Abtheilung des deutschen und Schweizer Jura Eisenrogenstein, Oxfordthon, Hauptrogenstein, Jura-Dolomit, lithographischen Stein (letzterer mit Sicherheit nur bei Solenhofen und Pappenheim in Bayern vorkommend). In England sind noch zahlreichere Glieder entwickelt, von unten nach oben: unterer Oolith (Rogenstein, inferior Oolite), Walkerde (Fuller's earth), Great Oolite, Forest marble, Cornbrash, Oxfordthon (Oxford clay), Korallenkalk (Coral rag), Kimmeridgethon (Kimmeridge clay), Portlandkalk (Portlandstone, aus welchem fast ganz London gebaut ist). Alle diese Gesteine zeigen mehr oder minder die sogen. Oolithstruktur, d. h. sie sind durch ihre körnige Beschaffenheit Fischrogen ähnlich.

305. Im Juragebirge finden sich nur wenig Pflanzenreste, aber strichweise unzählbare Korallen, Muscheln (besonders charakteristisch sind Trigonia navis, Pholadomya Murchisonii), Brachiopoden (unendlich häufig Terebratula biplicata, hier abgebildet, lacunosa, varians), Ammoniten, Belemniten (B. giganteus

Belemnites giganteus.



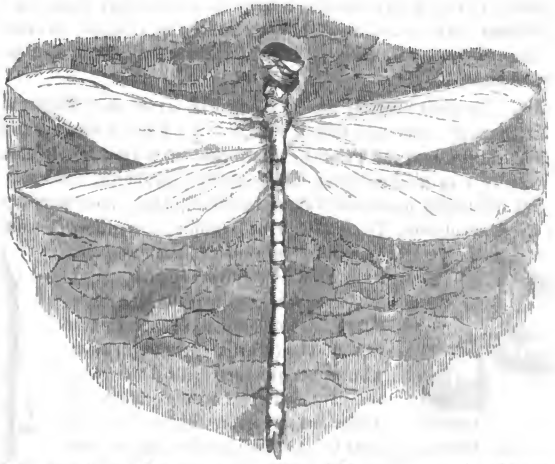
Cidarites coronata.

Terebratula biplicata.

bis 2 Fuß lang, von welchem hier der Rückenknochen abgebildet ist; 1 und 3 sind die Scheide, in welcher der Alveolith steckt, von dem 2 ein Stück mit

Digitized by Google

ſeinen durchbohrten Scheidewänden darſtellt, zwiſchen Scheide und Alveolith befand ſich eine dünne, über den Alveolithen hinaus erweiterte und dort den Dintenbeutel und andere Eingeweide aufnehmende Horntüte); Seeigel, von welchen hier Cidarites coronata abgebildet wird, dann Fiſche, Schildkröten, Saurier. Die ſonderbaren vogelähnlichen Pterodactylus, fliegende Saurier, ſind größtentheils dem lithographiſchen Kalkſtein (oder Schiefer) eigen; charakteriſtiſch für dieſen iſt auch der Krebs Eryon arctiformis; er enthält zugleich Libellen, z. B. Aeshna Münsteri.



306. Baſaltiſche Konglomerate erfüllen bisweilen gangartige Erweiterungen zwiſchen den Juraſchichten; manche ihrer Kalkſteine ſind in Dolomit umgewandelt; an Höhlen iſt das Juragebirge ungemein reich; ſehr bekannt ſind z. B. die Fränkiſchen Höhlen von Rabenſtein und Gailenreuth, die Adelsbergergrotte in Krain ꝛc. Der Schweizer-Jura ſtellt langgeſtreckte, hinter einander liegende Berggänge mit wenig geneigten Thälern dazwiſchen dar, die Schichten ſind in manchen Gegenden vielfach zerrüttet und gekrümmt; der deutſche Jura zeigt dachförmige, bisweilen einförmige Geſtalten mit weißlichen, langgezogenen Kalkſteinrücken. — Die ſogen. Wäldergebilde (Purbeckſchichten, aus Kalkſtein und Thon beſtehend, Haſtingsſand- und Tilgate-Schichten, Wälderthon), nur Muſcheln und Amphibien des Süßwaſſers, Farrn- und Sumpfgewächſe enthaltend, dann der rothe Ammonitenkalkſtein liegen als jüngſtes Glied auf den Jurabildungen und werden von Manchen ſchon zur nächſten Formation gerechnet.

307. Die ſechſte Formation iſt die der Kreide. Man unterſcheidet bei ihr die drei Hauptglieder: a) des Hilsgebildes (Roemers) oder Néocomien (Neuenburgerkalks), aus Kalkſtein und Mergelſchichten beſtehend, b) des Grünſands oder Quaderſandſteins, und c) der eigentlichen Kreide. Der Néocomien

Digitized by Google

zeigt sich besonders im Kanton Neuenburg sehr entwickelt; der aus Quarzkörnern bestehende Quadersandstein ist manchmal reich an Eisen, weiß oder gelblichgrau und zerklüftet sich quaderartig; namentlich in England enthält er sehr oft Körnchen von Grünerde, woher der Name Greensand. Die Gebilde der eigentlichen Kreide sind von unten nach oben: Chloritische Kreide, Kreidemergel, weiße Kreide (von der die ganze Formation den Namen hat, in Deutschland wenig, sehr in England entwickelt, öfters Feuersteine enthaltend, die Manche aus Seeschwämmen entstehen lassen, weßhalb sie so viele Kieselnadeln enthielten), sandige Kreide oder Kreidetuff. In verschiedenen Gegenden haben die Schichten dieser Formation verschiedene Namen erhalten; Spatangen-, Schratten-, Seewer-, Karst-Kalk; Majolika, Pläner, Hippuritenkalk gehören sämmtlich hieher.

308. Die Kreide enthält wenig Pflanzenreste (doch schon Blätter ꝛc. von Laubholzbäumen), aber zahlreiche Thierreste. Die weiße Kreide mancher Gegenden besteht fast ganz aus Polythalamien (beschalten mikroskopischen Thierchen der niedersten Organisationsstufe), Stachelhäutern, Muscheln; Arm- und Beilfüßer sind sehr häufig, namentlich Austern, Kamm-Muscheln, Inoceramus, Hippuriten, Exogyra columba, Terebrateln, von Kopffüßern Turrilithen (T. costatus),

Scaphites aequalis.

Hamiten (H. attenuatus), dann noch zum letzten Mal Ammoniten in mächtiger Entwicklung (Scaphites aequalis [hier abgebildet], A. Rothomagensis), und die von jetzt an ganz verschwindenden Belemniten, nämlich der hier dargestellte B. mucronatus. Die Fische der Kreide gehören fast lauter ausgestorbenen Sippen an, z. B. Osmeroides; bisweilen enthält sie auch sparsam Schildkröten- und Vogelreste. — Die Kreidegebilde mancher Gegenden wurden von Basaltströmen durchbrochen, zerrüttet und manchfach verändert, z. B. in Böhmen, England. Die Kreide bildet malerische Berge und Felsen; an der englischen Küste z. B. viele Hundert Fuß hohe, blendend weiße Klippen, auch die Felswand Stubbenkammer auf der Insel Rügen besteht aus Kreide. Die schönen Felsenformen und Parthien der sächsischen Schweiz, des Harzes ꝛc. gehören dem Quadersandstein an.

B. mucronatus.

309. Die bis jetzt betrachteten sechs Formationen werden als sekundäre zusammengefaßt, die siebente nennt man Tertiärformation (Molassegebirge. Man unterscheidet nach Lyell a) eine eocene Abtheilung, von ἠως, Morgenroth, und καινος, neu, genannt, weil in ihr gleichsam der Aufgang der jetzigen Thierwelt stattfindet; b) eine miocene, in welcher schon eine Minderzahl von Versteinerungen (17—35 Procent) auf noch jetzt lebende Sippen und Species zurückgeführt werden kann; und c) eine pliocene, in der dieses schon mit der Mehrzahl (35—100 Procent) der Fall ist. In den Tertiärgebilden finden sich im Gegensatze zu den sekundären schon sehr viele Ablagerungen aus dem Süßwasser.

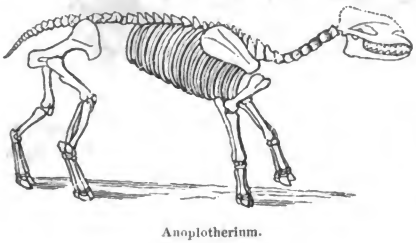
310. a) Zu den eocenen gehören die Nummulitengebilde, Kalk- und Sand-

Digitized by Google

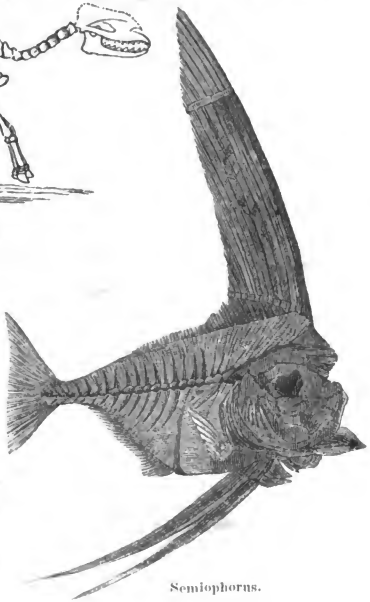
steinschichten, charakterisirt durch die Sippe Nummulina, bis zollgroße Schalenrhizopoden in unermeßlicher Menge, wovon nebenstehend eine abgebildet, manchmal mit Stachelhäutern und Korallen in unermeßlicher Menge vorkommend. Viele Kalksteine

Nummulina.

in der Gegend von Paris, die schwarzen alpinischen Kalksteine und Schiefer (die von Glarus sind besonders reich an Fischen), die grünen Sandsteine der Alpen und vieler Gegenden in Aegypten und Indien sind gleichzeitig abgelagerte Nummulitengebilde. Ferner gehören hieher viele Braunkohlenlager mit dem Braunkohlensandstein und plastischen Thon; man findet in ihnen viele Landpflanzenreste (auch palmenartige, ein Beweis, daß die Temperatur der Erde damals noch bedeutend höher war als jetzt), Bernstein mit Insekten, Conchylien und bereits auch Säugethierknochen. Ferner gehört hieher der sog. Grobkalk (um Paris häufig zum Bauen gebraucht) mit höchst zahlreichen Conchylien, z. B. Cerithium, von welchen noch einige in tropischen Meeren lebend vorkommen; charakteristisch sind besonders Cerith. giganteum, Conus deperditus, Cardium porulosum. Endlich gehören zu den eocenen noch aus dem Süßwasser abgelagerte Gyps- und Mergelschichten; die Gypsschichten des Montmartre bei Paris lieferten dem berühmten Cuvier einen großen Theil der Säugethierknochen, z. B. von Anoplotherium, Palaeotherium, Raub- und



Anoplotherium.

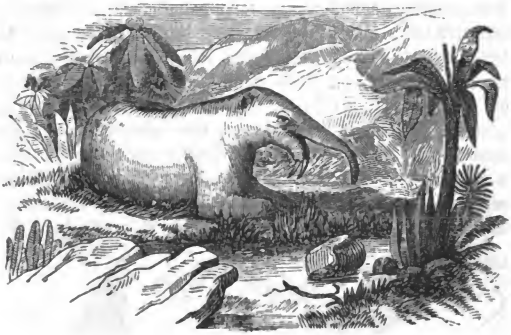


Semiophorus.

Digitized by Google

Beutelthieren, Nagern, die in ſeinem berühmten Werke Ossemens fossiles beſchrieben ſind; auch Fiſche und Vogelreſte kommen hier vor. — Hie und da zeigt ſich der Nummulitenkalk und plaſtiſche Thon von Baſalt durchbrochen; bedeutende Gebirge ſtellen die eocenen Gebilde nicht dar; hie und da erſcheinen ihre Glieder durch Fluthen ausgewaſchen.

311. b) Die miocene Abtheilung oder das (z. B. um Wien, Mainz ꝛc. bedeutend entwickelte) Tegelgebilde beſteht aus Kalk- und Thonſchichten, Sand- und Conglomeratbänken, und iſt ungemein reich an Meer- und Süßwaſſer-Conchylien. Außer den in der eocenen Abtheilung vorhandenen Sippen



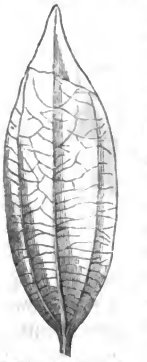
Dinotherium.

ſind beſonders Pektunkeln charakteriſtiſch; dann finden ſich in ihm die Knochen des rieſigen, zu den Dickhäutern gehörenden, hier abgebildeten Dinotherium gigan-

Megatherium.

Digitized by Google

teum, und im Tegel Amerika's die der gleichfalls hier dargestellten Megatherien, kolossaler Faulthiere. Die Braunkohlenlager dieser Gruppe enthalten ebenfalls viele Pflanzen- und Thierreste; unter letzterer die Knochen eines urweltlichen Frosches, Rana diluviana. Der mit der Braunkohle vorkommende Polirschiefer besteht aus Bacillarien (mikroskop. Pflanzen allereinfachster Art, von Kieselschalen umschlossen). Ein Theil der Molasse und Nagelfluh gehört gleichfalls zu dieser Abtheilung, der andere zur folgenden; Molasse ist ein Sandstein von sehr verschiedener Beschaffenheit, Nagelfluh ein Conglomerat; beide besonders in der Schweiz entwickelt; Bern z. B. ist aus Molasse gebaut. Man findet in ihr Conchylien, Fischzähne, Knochen von Amphibien, Vögeln und Säugethieren, Reste von Kätzchenbäumen. Die Braunkohlenlager erscheinen hie und da durch Basalt alterirt, die Molasse durch Phonolith und Basalt, die Nagelfluh zeigt Spuren gewaltsamer Quetschung. Die berühmten Salzbergwerke von Cardona in Spanien und Wieliczka in Litthauen sind wahrscheinlich miocen. (Alle Steinsalzlager sind Meeresablagerungen.) Beifolgende Figur stellt ein Blatt der Daphnogene cinnamomifolia aus der Braunkohle, einem zimmtähnlichen Baume, dar.



Daphnogene cinnamomifolia.

312. c) Zur pliocenen Abtheilung gehören einmal die Subappenninenschichten Italiens und Siciliens, aus hellen Sandsteinen, Sandschichten, Thon- und Kalkbänken bestehend, höchst zahlreiche Meerconchylien einschließend, bisweilen Lager von Gyps, Schwefel, Steinsalz enthaltend, — dann mancherlei zum Theil mächtige Süßwasser-Ablagerungen von Kalk und Mergel, wie der an Pflanzen- und Thierresten, namentlich merkwürdigen Amphibien (ein riesenhafter Salamander wurde von Scheuchzer als ein in der Sündfluth ertrunkener Mensch, „homo diluvii testis" beschrieben) und vielen Insekten so ungemein reiche bituminöse Kalkschiefer von Oeningen unfern des Bodensees. Auch diese Abtheilung ist noch hie und da durch basaltische Massen verändert worden.

313. Die achte oder Diluvialformation hat ihren Namen von den gewaltigen Wasserströmungen, durch welche ihre Gebilde an ihre gegenwärtigen Stellen abgesetzt wurden, Fluthungen, an welche möglicherweise eine Erinnerung in der Sündfluth der Bibel und anderen Traditionen der Völker sich erhalten hat, wenn wirklich der Mensch schon existirte. Seit denselben und zum Theil durch sie hat nun die Erdoberfläche im Ganzen ihre gegenwärtige Gestalt erhalten und die organische Natur ungefähr die Beschaffenheit, welche sie noch jetzt hat.

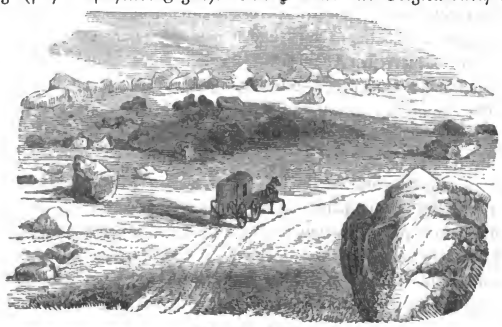
314. Diese Formation, auch angeschwemmtes Gebirge oder Schuttland genannt, besteht wesentlich aus Schichten von Lehm und Sand, Felsblöcken, Bänken aus Gerölle und Eisenerzlagern. Die Lager von Bohnerz, die entweder der Kreide- oder Juraformation angehören und durch die Fluthen der Diluvialperiode an ihre jetzigen Stellen kamen, enthalten mancherlei Thierreste; die Knochenbreccie Südeuropa's, Knochen von Amphibien und

Digitized by Google

Vögeln, häufiger noch Knochen und Zähne von Nagern, Hirschen, Bären, Hyänen, Löwen; die Höhlen von Muggendorff, Reutlingen, am Harz u. s. w. wurden in jener Zeit von thonigem Schlamm theilweise erfüllt, welcher zahlreiche Knochen, namentlich des Höhlenbären, Ursus spelaeus, von welchem hier ein Schädel abgebildet ist, und der Höhlenhyäne, H. spelaea ein-

Schädel des Höhlenbären.

schließt; sehr reich an Knochen anderer Thiere sind die brasilischen Höhlen. Zur Diluvialformation gehören ferner die Ablagerungen von Lehm, Grus, Kies, Sand, Thon (in Sibirien und Nordamerika schließen solche Thonschichten und Eis Mammuthe ein), Geröllmassen und Conglomerate, manchmal gediegenes Gold enthaltend; der Löß, ein thonig-kalkiges Gebilde am Oberrhein, enthält außer Thierknochen zahllose Land- und Süßwasserschnecken, besonders von der Sippe Helix, — endlich die sogen. erratischen Blöcke oder Findlinge (siehe beistehende Figur). Von Holland und Belgien durch die Tief-



Erratische Blöcke.

länder Norddeutschlands, Polens, Rußlands zum schwarzen Meere bis in eine Höhe von 2000', auf dem Schweizer-Jura, in Großbritanien, den Vereinigten Staaten, auf den Falklandsinseln finden sich nämlich unzählige zerstreute Blöcke, eckig oder abgerundet, von einem oder wenigen bis viele tausend Centner schwer, aus Granit, Gneiß, Syenit, Porphyr, seltener aus silurischem Kalk bestehend. Die in der großen nordeuropäischen Niederung von Holland

Digitized by Google

bis Rußland stammen höchst wahrscheinlich aus Finnland und Schweden, die im Schweizer-Jura aus der Gegend des Monte Rosa. Diese Blöcke sind theils durch gewaltige Fluthen und durch Schlammströme, theils auf schwimmenden Eisfeldern und Eisbergen (die auf dem Schweizer-Jura nach der Meinung Einiger durch weit verbreitete Gletscher) an ihre jetzige Lagerstätte gebracht worden. Man bringt damit eine muthmaßliche Kälteperiode der Erde, eine „Eiszeit“ in Verbindung, und Lyell, der bekannte englische Geolog, läßt die großen fossilen Säugethiere Nordamerika's nach dieser Treib- oder Eisperiode begraben worden seyn.

315. Als neunte und letzte folgt die Alluvial- oder postdiluvianische Formation. Ihre Bildung begann, nachdem die Erdoberfläche ihre jetzige Gestalt gewonnen und dauert jetzt noch fort; in Meer- und Süßwassern setzen sich immer neue Anschwemmungen an (Meerschlamm und Marschland, Flußsand und Geschiebe, Süßwasserschlamm und jüngster Süßwasserkalk, Salzbildungen ꝛc.), während an anderen Orten Land fortgeführt wird; in Quellen und Höhlen erzeugen sich Mineralabsätze (Stalaktiten oder Tropfsteine der Höhlen, Kieselsinter mancher Quellen, z. B. des Geysirs auf Island; Raseneisenstein); der Meerkalkstein ist besonders in Westindien verbreitet (das Menschenskelet von Guadeloupe wurde vielleicht mit Unrecht als der Diluvialperiode vindicirt); die sog. Dünen, durch Wind und Wellen gebildete Sandhügel der Meeresküste, ändern sich unaufhörlich; die Korallenpolypen erzeugen ohne Unterlaß neue Klippen und Inseln (Riffstein und Madreporenkalk); verschiedene Pflanzen wirken zur Bildung der Torfmoore zusammen.

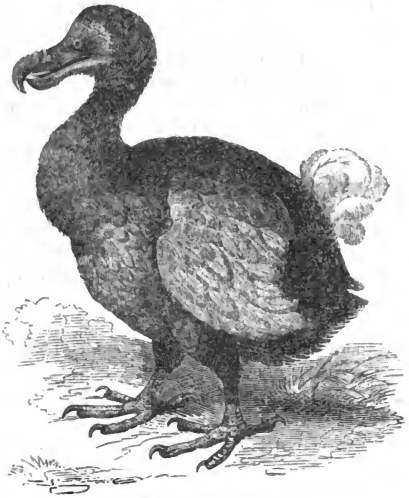
316. Fast alle Reste dieser Formation gehören noch jetzt lebenden Wesen an; nur einige wenige, wie der Riesenhirsch, Cervus megaceros, der noch bis in's sechszehnte Jahrhundert vorgekommen seyn soll, und dessen hier abgebildetes Geweih besonders in den irischen Torfmooren häufig gefunden wird, so

Schädel des Riesenhirsches.

wie der am Schlusse des §. abgebildete Dronte, Didus ineptus, ein Vogel von der Größe eines Truthahns, auf der Insel Bourbon noch Anfangs des siebzehnten Jahrhunderts lebend, sind jetzt ausgestorben. Der Torf (vergl. §. 108) bildet Lagen von wenig Zollen bis über 30', enthält oft Blaueisenerde, Schwefeleisen, Raseneisenstein, Gebeine von zahmen und wilden Thieren, sogar Schildkröten- und Walfischreste, sehr häufig Knochen und Geweihe des Riesen-

Digitized by Google

hirſches. Die untermeeriſchen Wälder an den engliſchen, ſchottiſchen, nordfranzöſiſchen und norddeutſchen Küſten müſſen durch Senkung der Gegenden unter das Niveau des Meeres gekommen ſeyn und enthalten Bäume, die noch mit den jetzt dort wachſenden übereinſtimmen. Die Dammerde, welche die oberſte Schicht der Erdoberfläche bildet, iſt ein Gemeng verwitterter Felsarten mit Pflanzentheilen vermiſcht; die plutoniſchen und vulkaniſchen Felsarten geben fruchtbarere Dammerde als die neptuniſchen.



Der Dronte, Didus ineptus.

Das planetariſche Leben in ſeiner eigenthümlichen Geſtaltung.

317. Iſt auch die Erde kein Organismus im Sinne einer Pflanze oder eines Thieres, zu welchem ſie Manche in alter und neuer Zeit machen wollten, ſo kommt doch an ihr ein Syſtem in einander greifender, zum Theil rhythmiſcher Thätigkeiten und Erſcheinungen vor. Die Erde ſteht zunächſt in entſchiedenſter Abhängigkeit von ihrem Centralkörper, der Sonne, mit welcher ſie durch den wunderbaren Zug der Gravitation verbunden iſt, von der unmittelbar ihre Beleuchtung und Erwärmung, mittelbar eine ganze Kette von Vorgängen in Luft, Gewäſſer und Feſte abhängt. Die verſchiedenen Zuſtände aber, in welchen ſich eine beſtimmte Gegend ſucceſſive während des Tages- und Jahreslaufes befindet, ſind auf der ganzen Erde immer zugleich da; während etwa die Nordhälfte in Eis und Schnee ſtarrt, erfreut ſich die Südhälfte des belebenden Sonnenlichts, während die Oſthälfte in Tageshelle glänzt, iſt die Weſthälfte von Nacht bedeckt, und umgekehrt. Wie aber allmälig der Sommer durch den Herbſt in den Winter, und dieſer durch den Frühling wieder in

Digitized by Google

den Sommer übergeht, so fließen auch Tag und Nacht unmerklich in einander. Während diese Gegenden in Dürre seufzen, werden jene von Regenfluthen überschwemmt; diese sind von dunkler Wolkenhülle bedeckt, über jenen wölbt sich brennend klarer Himmel. Alle Erscheinungen, alle Zustände sind aber im Ganzen des Planeten immer zugleich vorhanden, — die Jahres- und Tageszeiten, die Phasen des Lebens im Beginne, auf seiner Höhe, in seiner Abnahme, und wechseln in rhythmischer Folge immerfort Ort und Zeit.

317. Die Erde ist ein elektromagnetischer Körper; die Deklinationsveränderungen, welche auch in den größten Tiefen, wie an der Oberfläche erfolgen, erweisen den Erdmagnetismus als vorzugsweise der Erdfeste angehörig. Die magnetischen Pole des großen Erdmagneten fallen in die Nähe der geographischen Pole; Einige wollen (in Folge der durch die Südpol-Expedition von Capitän Roß gewonnenen Aufschlüsse zwei magnetische Nordpole, aber nur einen magnetischen Südpol annehmen. Vom Erdmagnetismus hängen wieder die Polarlichter ab, welche, in der Richtung der magnetischen Pole erscheinend, und empfindliche Magnetnadeln in Schwankung versetzend, namentlich in höheren Breiten der nördlichen Halbkugel wunderbare Pracht entwickeln, wenn sie als ein aus feurigen, immer zuckenden und wechselnden, Farbenändernden Strahlen gebildeter ungeheurer Halbkreis über dem Horizonte stehen und weithin die Polarnacht erhellen. Die Temperatur der Erde nimmt nach der Tiefe höchst bedeutend zu (um 1^0 C. auf 100′). Man gründet hierauf die Vermuthung, daß sie (und die anderen Weltkörper) aus einer glühenden Masse hervorgegangen, nur allmählig sich mit einer erkalteten Kruste bedeckt habe und im Innern noch feurig-flüssig sey. Die Temperatur der Oberfläche wird hingegen, wenigstens in unserer Zeit, allein durch die Sonne bewirkt.

319. Die Organe der Erde, Luft, Meer, Feste stehen in unaufhörlicher Wechselwirkung, und jedes bewahrt doch hiebei, so viel es von den anderen aufnehmen mag, seinen bestimmten Charakter, sein Wesen und seine Mischung. Jedes regt die Thätigkeit des andern auf und wird von ihm wieder erregt; die Luftmassen, welche über Meer und Erde streichen, die Fluthen, welche die Feste bespülen, mögen Reibungselektricität entwickeln; die beständige Wärme-Ausgleichung zwischen allen dreien muß unaufhörlich elektrische und chemische Processe in ihrem Gefolge haben. Am differentesten stehen sich die so bewegliche Luft und starre Feste gegenüber; das Gewässer erscheint als das Mittelglied zwischen ihnen und durch seinen Kreislauf als das organisch Verbindende. Indem (großentheils noch unbekannte) Verhältnisse und Kräfte sich eigenthümlich kombiniren, werden sie diesen Wesen verderblich, anderen heilsam: daher z. B. die außerordentliche Vermehrung gewisser Thier- oder Pflanzenspecies in gewissen Zeiten, daher auch die Seuchen, welche mit geheimnißvoller und unwiderstehlicher Macht die Lebendigen vernichten. — Aber auch das Erdinnere nimmt an der Gemeinschaft der Außenwelt Theil; Luft und Wasser, auf die Tiefe wirkend, erregen die Reaktion der unterirdischen Mächte gegen die Oberwelt, welche sich in Erschütterungen der Erde und vulkanischen Ausbrüchen kund gibt.

Digitized by Google

320. Die Temperatur der Erdoberfläche (mit Ausnahme einzelner Stellen, z. B. in der Nähe von Vulkanen) wird durchgängig von der Sonne bestimmt, bei Nacht strahlt die Erde Wärme gegen den Himmelsraum aus, muß also erkalten. Die Temperaturunterschiede des Sommers und Winters wachsen im Allgemeinen mit der Entfernung vom Aequator; in Bogota z. B. beträgt die Differenz des heißesten und kältesten Monats nur 2^0, in Paris 7, in St. Petersburg 32; in der Nähe des Aequators ist die Wärme fast das ganze Jahr gleich, weil hier die Sonnenstrahlen fast immer in einer von der geraden wenig abweichenden Linie, die übrigen Gegenden in schrägerer Richtung treffen. Auch nahe an den Polen entwickelt der jedoch kurze Sommer wegen der Länge der Tage noch bedeutende Hitze. Das Klima einer Gegend hängt aber nicht blos von ihrer horizontalen (geographischen), sondern auch ihrer vertikalen Lage, den herrschenden Winden, den Gebirgen, der Gestaltung des Landes und Meeres ab.

321. Kurz vor Sonnenaufgang fällt das Minimum der Temperatur, einige Stunden nach Mittag deren Maximum. Um die mittlere Temperatur eines Monats zu erhalten, zählt man alle gefundenen Werthe zusammen und dividirt die Summe durch die Zahl der Tage. Die größte Kälte tritt bei uns einige Zeit nach dem Winterfolstitium, die größte Wärme etwa ebenso bald nach dem Sommerfolstitium ein; der Januar ist der kälteste, der Juli der heißeste Monat, die mittlere Jahrestemperatur fällt gegen Ende April und gegen Ende Oktober. Die folgende Tabelle zeigt die jährliche Mitteltemperatur (welche man aus den Beobachtungen aller Monate berechnet) nebst der des kältesten und wärmsten Monats von einigen Orten in Centesimalgraden.

	Mittlere Jahrestemperatur.	Kältester Monat.	Wärmster Monat.
Melville-Insel	− 18,7	− 35,8 (Febr.)	+ 5,8 (Juli)
Jakuzk	− 9,7	− 40,5 (Febr.)	+ 20,3 (Juli)
St. Petersburg	+ 3,5	− 10,3 (Jan.)	+ 16,9 (Juli)
Bern	+ 7,8	− 2,8 (Jan.)	+ 16,6 (Aug.)
München	+ 8,9	− 1,5 (Jan.)	+ 18 (Juli)
Paris	+ 10,8	+ 1,8 (Jan.)	+ 18,9 (Juli)
Rom	+ 15,7	+ 7,2 (Jan.)	+ 23,9 (Juli)
Cap	+ 19,1	+ 14,3 (Aug.)	+ 24,1 (Jan.)
Madras	+ 27,8	+ 24,1 (Jan.)	+ 31,3 (Juni)
Massowa	+ 31	+ 25,5 (Jan.)	+ 33,8 (Sept.).

322. Gewöhnlich herrschen in Asien und Europa dieselben Abweichungen vom mittlern Temperaturgang, in Amerika die entgegengesetzten. Wahrscheinlich ist auf der Erde, als Ganzes betrachtet, etwa immer dieselbe Wärmemenge da, nur ungleich vertheilt, so daß in diesem Jahre diese, in einem andern andere Gegenden ein größeres Quantum erhalten. Unsere Witterungsverhältnisse werden fast allein durch Nordost und Südwest bedingt; ersterer bewirkt kalte Winter, letzterer kühle Sommer. Die südliche Halbkugel ist etwas kälter als die nördliche, weil auf ihr das Meer vorherrscht. Isothermische Linien sind solche, welche die Orte von gleicher mittlerer Jahreswärme miteinander verbin-

Digitized by Google

den; sie sind vielfach gekrümmt, weil nicht allein die geographische Lage, sondern die beim Klima genannten Umstände die mittlere Jahrestemperatur bestimmen, daher oft unter verschiedenen Parallelkreisen liegende Orte gleiche, unter denselben Parallelen liegende sehr ungleiche Temperatur haben. Isotheren heißen die Linien, welche die Orte von gleicher Sommerwärme, Isochimenen jene, welche die Orte von gleicher Winterkälte mit einander verbinden.

323. Zur Beurtheilung des Klima's eines Landes reicht aber die Kenntniß von dessen mittlerer Jahrestemperatur nicht zu, sondern man muß auch die Vertheilung der Wärme auf die verschiedenen Theile des Jahres kennen. Das Land ist ein besserer Wärmeleiter als das Meer; pflanzenbedeckter Boden bleibt kühler als nackter. Das Küsten- und Inselklima hat im Ganzen kühle Sommer und milde Winter, das Continentalklima heiße Sommer und kalte Winter, deßhalb reift in Jakuzk noch Weizen und Roggen, nicht aber in dem südlicher gelegenen Island. Europa ist verhältnißmäßig warm wegen seiner vielen Südwestwinde, dem von Afrika aufsteigenden, nordwärts abfließenden warmen Luftstrom und dem die europäischen Küsten bespülenden atlantischen Wirbel. Nordasien, offen gegen die kalten Polarströmungen, durch Gebirge gegen die Südströmungen geschlossen, ist sehr kalt, ebenso das nördlichste Amerika. *) — Der Vertikale nach findet in den Alpen auf 180 Meter eine Temperaturverminderung von 1^0 C. statt, so daß am Nordabhange in etwa 8000 Fuß Meereshöhe eine Mitteltemperatur eintritt, bei welcher der Schnee nicht mehr schmilzt. Die Linie, bei welcher dieses Verhältniß beginnt, die sog. Schneelinie, sinkt, je näher den Polen, desto tiefer und erhebt sich mit der Annäherung zum Aequator; am Nordkap fällt sie mit der Meeresebene zusammen, in Island liegt sie in 936 Meter, in den Alpen in 2708, im Himalayah in 4500, in Quito in 4800 Meter über dem Meere. **)

324. Die sich stets ändernde Wärmevertheilung ist auch Ursache der Barometerschwankungen. Nur unter den Tropen sind diese regelmäßig; um 10 Uhr Morgens und 11 Uhr Nachts steht das Barometer am höchsten, um 4 Uhr Morgens und 4 Uhr Abends am niedrigsten; bei uns findet zwar auch ein höchster (9 Uhr Morgens) und niedrigster Stand (2 Uhr Nachmittags) statt, aber der Unterschied beträgt nur $0{,}_7$ Millimeter; viel bedeutender sind in unseren Breiten die zufälligen Schwankungen. Man nimmt hier im Durchschnitt bei Südwest den tiefsten, bei Nordost den höchsten Barometer-

*) In Quito und Peru finden sich noch bis 14000′ hoch stets bewohnte menschliche Wohnungen; am Himalayah geht Gerstenkultur noch höher. In Europa galt bisher die Casa inglese am Aetna, ein kleines Gebäude von Lava, dicht am Fuße des obersten Kraters, 9200′ über dem Meere, als höchstes Haus; seit zwei Jahren soll aber auf dem Theodulpasse, zwischen Wallis und Piemont, 10000′ hoch, ein Haus stehen. Letztere beide Gebäude können natürlich nur während des Sommers bewohnt werden.

**) Simpson und Dease fanden an der Nordküste von Nordamerika im Winter 1837—1838 gewöhnlich 32—33° unter Null; einige Male sogar 50^0, am 18. März über 60^0. Bei 49^0 lud S. eine Kugel von gefrorenem Quecksilber in ein Pistol und schoß sie durch ein zolldickes Brett.

Digitized by Google

stand wahr; hoher Barometerstand zeigt im Allgemeinen heiteres, tiefer regnerisches Wetter an. Plötzliches Steigen bedeutet, daß das schöne, plötzliches Fallen, daß das schlechte Wetter nicht lange dauern wird; Fallen bei sehr heißem Wetter läßt ein Gewitter vermuthen; sonst kündigt plötzliches Fallen starken Wind an. Steigen im Winter deutet auf Kälte, bei kaltem Wetter auf Schnee. Der Barometerstand wechselt im Winter viel mehr als im Sommer, weil in jenem die Temperaturdifferenz zwischen heißer und gemäßigter Zone viel größer ist, demnach viel mehr Luftströmungen entstehen. Im Mai und August (hierauf im Juni, März, September und April) steht bei uns das Barometer am höchsten, im November und Februar (dann im Oktober, Juli, December und Januar) am niedrigsten. Es steht in der heißen Zone niedriger als in der kalten, weil die warme Luft der erstern viel mehr Dampf enthält als die dichtere Luft der kalten Zone. (Der Druck der Luft ist um so schwächer, je mehr Wasserdunst sie enthält.)

325. Die Thätigkeit der Vulkane ist eine höchst verschiedene; von vielen hat in der historischen Zeit kein Ausbruch mehr stattgefunden, von manchen ist nur ein einziger bekannt, andere haben alle 100 oder 200 Jahre, mehrere fast jährlich eine Eruption, einige sind fortwährend wirksam. Letzteres gilt namentlich von solchen geringerer oder doch nicht zu bedeutender Höhe (Stromboli, Guacamayo, Vesuv) weil hier schon eine geringere aus der Tiefe wirkende Kraft hinreicht, die geschmolzenen Massen über den Kraterrand emporzuheben. Der Vulkan von Antuco explodirt (nach Pöppig) regelmäßig von fünf zu fünf Minuten. Aus Vulkanen, welche keine Ausbrüche haben, steigen doch häufig Gase, namentlich kohlensaures Gas (sogen. Mofetten), Rauch, Wasserdämpfe (Fumarolen), Schwefeldämpfe (Solfataren) auf; Wände und Rand der Krater sind von Steinsalz, Boraxsäure, salzsaurem Kupfer, Eisenglanz, Eisenglimmer, Realgar, Auripigment bekleidet, — Substanzen, die durch Sublimation, d. h. durch Erkältung der erhitzt aufgestiegenen Dämpfe entstehen.

326. Eruptionen kündigen sich an durch Bebungen der Erde, unterirdisches Getöse, Wachsen der Rauchsäule, aus der Blitze fahren; bei Nacht sieht man eine durch den Widerschein der kochenden, im Krater auf- und niederwogenden Lava verursachte Feuersäule; unter stärkerem Krachen werden dann schlackige Massen und Sand ausgeworfen, bis endlich unter lauterem Getöse und Flammenentwicklung der Lavaerguß eintritt, nach welchem oft längere Zeit hindurch Asche ausgeworfen wird (entstanden durch immer wiederholte Zerreibung der Steintrümmer), welche oft den Tag in Nacht verwandelt, und ganze Ortschaften und die Vegetation in weitem Umkreise zerstört. Die sogen. vulkanischen Bomben sind losgerissene Lavatheile, welche im Fallen sphäroidische Form annehmen und groß wie eine Nuß bis zu mehreren Centnern Schwere. — Große Lavaströme sind nach Jahren noch im Innern glühend oder heiß.

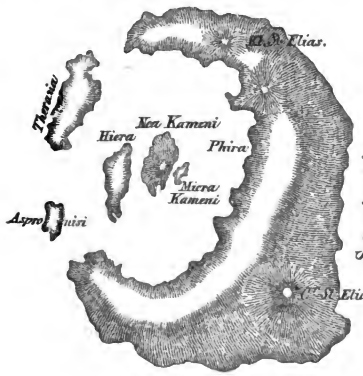
327. Erdbeben nennt man wellenförmige, stoßende oder wirbelnde Bewegungen einzelner Theile der Erdkruste, durch von innen nach außen wirkende Kräfte erzeugt und manchmal von Feuerkugeln, Gas- und Flammenausbrüchen

Digitized by Google

begleitet. So kurz diese Erschütterungen, so zerstörend sind sie doch, am meisten die wirbelnden; ganze Städte und Gegenden wurden schon durch einen oder wenige, oft nur einige Sekunden währende Stöße niedergestürzt und zerrüttet, so 1812 Caraccas und 1693 Catanea mit 49 Dörfern. Oft dauern die Erschütterungen, bei welchen nicht selten die Erde spaltet und Alles ober ihr begrabend sich wieder schließt, Hebungen und Senkungen stattfinden, intermittirend Jahre lang fort. Erdbeben werden bisweilen in ungeheurem Umkreise verspürt; das vom 1. Nov. 1755, welches Lissabon verheerte, in einer Region, viermal größer als Europa. Nur die tiefsten und flachsten Länder scheinen von Erdbeben ganz verschont zu seyn; dieselben sind gefährlicher für lockeres Erdreich als Felsboden. Von den vom Jahre 306 bis 1844 in der alten Welt vorgekommenen Fällen kommen etwas mehr auf den Winter oder Frühling, als auf den Herbst und Winter; doch läßt sich hieraus kaum auf eine Gesetzlichkeit schließen.

328. Vulkanismus und Erdbeben sind Wirkungen derselben Ursache. Die im Innern zusammengepreßten Gase und Dämpfe, — namentlich der Wasserdampf, welcher aus dem zu den tieferen glühenden Schichten gelangenden Wasser entwickelt wird, das zugleich heftige Oxydationsprozesse erregen muß, — suchen gewaltsamen Ausgang, die durch Explosionen in der Tiefe veranlaßten Schwingungen pflanzen sich zur Oberfläche fort. Lange Ruhe sonst thätiger Vulkane steigert die Erdbebengefahr; diese wird verringert und abgewendet durch vulkanische Gas- und Lavaausbrüche.

329. Die plastische Gestalt des Landes, sein Relief, ist das Resultat verschiedener Thätigkeiten, unter welchen Hebungen und Senkungen durch Kräfte der Tiefe veranlaßt, eine vorzügliche Rolle spielen. Solche wurden auch in der historischen Zeit beobachtet; mehrere Eilande bei der griechischen Insel Santorin sah man aus dem Meere emporsteigen, der Berg Jorullo in Mexiko entstand erst 1759; im Jahr 1832 stieg die wieder versunkene Insel Ferdinandea aus dem sizilischen Meere auf. Die hier abgebildete Insel Santorin war ursprünglich höchst wahrscheinlich ein zusammenhängendes Ganzes, ein ringförmiger Erhebungskrater; vom Jahre 186 v. Chr. bis 1707 n. Chr. stiegen nach und nach die vier kleineren Inseln innerhalb des Kraters empor.



In allmäliger Erhebung befanden sich seit der Alluvialepoche fast ganz Skandinavien, Dänemark, Sardinien, Sicilien, Morea, Nordfrankreich,

Digitized by Google

Nordrußland, der Boden des rothen Meeres, Sumatra, die Ostküste von Nordamerika, die südamerikanische Küste; bei Skandinavien, Dänemark, Chili, dauert dieselbe noch jetzt fort. Senkungen fanden zu allen Zeiten statt; der Serapistempel von Pozzuoli ist mit dem ganzen Boden einige 20′ gesunken; die untermeerischen Wälder sind größtentheils durch Senkung des Bodens unter das Niveau des Meeres gekommen; die adriatische Küste, die Südspitze von Schweden, Westgrönland, viele Koralleninseln des großen Oceans senken sich fortwährend.

330. Die meisten und bedeutendsten Geologen nehmen an, daß auch die Gebirge durch Hebung entstanden seyen, veranlaßt durch die empordringenden vulkanischen und plutonischen Massen mit den sie begleitenden Gasen und Dämpfen. Sie öffneten schon in den krystallinischen Schiefern und später in den darüberliegenden neptunischen Schichten gewaltige Spalten, schoben jene Schiefer- und neptunischen Gebilde seitwärts oder stürzten sie ganz über, wandelten sie mechanisch und chemisch um, trieben Gänge in sie, und thürmten dieselben oder über ihnen sich selbst zu Einzelbergen oder Ketten auf. Der englische Geolog Lyell läßt diese Hebungen ganz allmälig, wie noch heut zu Tage und in unermeßlichen Zeiträumen geschehen; die deutsche und französische Schule nimmt für die Vorzeit energischere Kräfte und raschere Vorgänge an. Nach der Lehre Elie de Beaumont's haben diese Hebungen parallel gewirkt, so daß alle Gebirge gleichen Alters auch gleiche Richtung („gleiches Streichen") haben müssen. Indem Beaumont nun die Hebungen in Beziehung auf die gehobenen Schichten bringt, deren relative Altersfolge man kennt, sucht er die Aufeinanderfolge der Hebungen und die Gleichzeitigkeit mancher nachzuweisen und stellt folgende zwölf Systeme auf: 1) System von Westmoreland und vom Hunsrück. 2) Der Belchen (in den Vogesen) und der Hügel im Bocage (Calvados). 3) Von Nordengland. 4) der Niederlande und von Südwales. 5) Des Rheins. 6) Des Böhmerwaldes, Thüringerwaldes und des Morvan. 7) Des Erzgebirges, der Côte d'or und des Pilas. 8) Des Monte Viso. 9) Der Pyrenäen und Appenninen. 10) Von Corsika und Sardinien. 11) Der westlichen Alpen. 12) Der Hauptkette der Alpen, von Wallis bis Oesterreich. Andeskette und Ural sind wahrscheinlich noch jünger, als das zwölfte System.

331. Bei der Entstehung z. B. der Berge von Südschottland, der Insel Man, dem Taunus, der Eifel wurde die Grauwacke gehoben, das älteste aller neptunischen Gebilde; in allen genannten Gegenden ging die Hebung von NOO. nach SWW., und diese Gebirge gehören daher zu einem Systeme, dem ältesten, dem Systeme von Westmoreland und dem Hunsrück; Pyrenäen und Appenninen entstanden, als die jüngsten Kreideschichten gehoben wurden, beide streichen von NW nach SO, also bilden sie zusammen ein System und wurden gleichzeitig gehoben. Im System der Belchen wurden die Schichten bis und mit dem Kohlenkalkstein gehoben, durch System 3 und 4 die Schichten des Steinkohlengebirges, durch System 5 die Schichte bis zum Zechstein; 6 bis zum

Digitized by Google

Keuper, 7 die Jurabildungen, 8 und 9 die Kreide, 10 die unteren Tertiärschichten, 11 die oberen, 12 ein Theil des Diluviums.

332. Cotta, dessen Betrachtungsweise viel Eigenthümliches darbietet, sieht fast jedes Gebirge als Resultat nicht einer, sondern mehrerer Hebungen an, die in verschiedenen Epochen schwächer oder stärker wirkten. Er unterscheidet Faltengebirge, wo kein eruptives Gestein zu Tage trat, neptunische Schichten bloß erhoben wurden (Jura, Appenninen, Karpathen ꝛc.), krystallinische Schiefergebirge, in welchen krystallinische Schiefer vorherrschen, eruptive Gesteine untergeordnet sind (Erzgebirge, Böhmerwald, Schwarzwald, skandinavisches Gebirge, östliche Centralalpen, Pyrenäen ꝛc.), Centralmassengebirge, in welchen krystallinische Eruptivgesteine, besonders Granite herrschend und bestimmend hervortreten (Harz, Riesen- und Fichtelgebirge, westliche Alpen, Odenwald ꝛc.), und Eruptivgebirge, wo eruptive Gesteine ein ganzes Gebirgsgebiet zusammensetzen (porphyrische, basalt- und vulkanische Gebirge).

Bildung und Veränderungen der Erde.

333. Unsere Erde ist nach §. 219 mit dem ganzen Sonnensystem aus einer gemeinschaftlichen, in die einzelnen Körper zerfallenden Urmasse hervorgegangen. In dieser Urmasse waren zugleich die gestaltenden und organisirenden Prinzipien der einzelnen Glieder des Sonnensystems vorhanden, mit welchen für jedes die bestimmte Artung und nothwendige Entwicklung etwa so gegeben war, wie im Keim eines organischen Wesens schon die Gestaltung und der Lebenslauf desselben mit Nothwendigkeit gesetzt ist. — Die Plutonisten lassen die Erde zuerst eine Dampfkugel von großer Ausdehnung seyn, später unter Zusammenziehung in einen kleinen Raum zu einer feurig flüssigen werden, deren Temperatur nach den uns bekannten Stoffen der Oberfläche zu urtheilen, jedenfalls $+ 2000^0$ C überstieg. Durch Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum erkaltete die äußerste Oberfläche und es bildete sich eine zuerst gleichsam aus Schollen zusammenbackende Rinde aus den krystallinischen Schiefergesteinen (Gneiß, Glimmer-, Chlorit-, Talkschiefer) mit vielen Spalten.

334. Meer und Atmosphäre schieden sich aus der gemeinschaftlichen Masse (dem Chaos) ab und umgaben zuerst als Dunsthülle den heißen Ball, bis bei fortschreitender Erkältung durch Ausströmen der Wärme in den sicher unter — 50^0 C kalten Weltraum das Meer in tropfbar flüssiger Form sich auf diesen niederschlug und die Luft ihn als äußerste Hülle umgab. Der Urocean war aber nicht dem jetzigen gleich, sondern abgesehen von seiner viel höhern Temperatur befanden sich in ihm jene Stoffe aufgelöst, welche nun unsere versteinerungführenden geschichteten Gebirgsbildungen darstellen. Diese schlugen sich nach chemischen Gesetzen allmälig und in der Folge nieder, wie wir sie heut zu Tage bei einander gelagert finden, zuerst diejenigen, welche den größten Grad der Wärme zu ihrem Aufgelöstseyn in Urmeere nöthig hatten und nach dem Sinken der Temperatur in festen Zustand übergehen mußten, dann allmälig mit eintretenden niedrigeren Wärmegraden die, welche zu diesen Graden in

Digitized by Google

entsprechendem Verhältniß standen, wobei der Ocean immer mehr sich seiner gegenwärtigen Beschaffenheit näherte.

335. Diese Niederschläge aus dem neptunischen Element erfolgten aber unter steter Reaktion des plutonischen, d. h. des feurig flüssigen Erdinnern. Jene zwischen dem Feurigflüssigen und Wässerigflüssigen gebildete Rinde wurde bald von dem einen, bald von dem andern Element durchbrochen; die Wasser des Oceans ergossen sich durch Spalten in die Tiefe, auf die glühenden Massen, erregten diese zur heftigsten Gegenwirkung und wurden dabei selbst in Dämpfe verwandelt, welche mit Gewalt aufwärts strebend, die ober ihnen liegenden Schichten durchbrachen; die kochenden Massen der ältesten Eruptivgesteine (Granit, Syenit, Feldstein, Porphyr) wallten auf und bahnten sich gewaltsam einen Weg durch die krystallinische Schieferrinde oder hoben stellenweise diese empor. (Manche Eruptivgesteine wurden auch aus der sich bei der Erkaltung zusammenziehenden Kruste hervorgepreßt.) — Dieser Kampf der Gegensätze des Feuers und Wassers dauerte unter verschiedenen Formen unbekannte, jedenfalls außerordentlich lange Zeiten hindurch.

336. Nach dem Beginn desselben hatte sich aber unter der Einwirkung der Sonnenkraft eine neue Macht aus der Totalität der Erde ausgeboren, welche an der Oberfläche wirkte, wo Luft und Licht auf Meer und Feste Einfluß üben (während das Innere der Mineralwelt blieb), — die Macht des organischen Lebens. Sie trat zugleich mit den ersten Niederschlägen aus dem Urmeere in Wirksamkeit, anfänglich nur Meeresprodukte und zwar niedere Formen erzeugend, blieb fortwährend thätig, veränderte sich aber im Laufe der Zeiten nach eigenen inneren Entwicklungsgesetzen, durchlief also selbst eine Metamorphose, deren Abspiegelung wir in den verschiedenen Phasen wahrnehmen, welche die organische Schöpfung der verschiedenen Erdepochen zeigt. So oft durch die großen Umwälzungen die organische Schöpfung zerstört wurde, erstand sie wieder, einem Proteus gleich, in anderen Formen, sich den neuen Umständen anpassend. Mit den Veränderungen der Oberfläche und Temperatur, der wechselnden Vertheilung von Land und Meer kamen immer neue Gattungen von Pflanzen und Thieren zum Vorschein, während die älteren gewaltsam und plötzlich zerstört (und in den neptunischen Straten eingehüllt) oder umgewandelt wurden, z. Th. unter den neuen Verhältnissen von selbst ausstarben.

337. Während die silurischen, devonischen und Steinkohlengebirge abgelagert wurden, und darnach, drangen neuere Eruptivgesteine, Diorit, Gabbro, Hypersthen empor; dann wurden jüngere Granite und nach ihnen der Quarzporphyr erhoben. Als das plutonische Element wieder ruhte, wurde das Todtliegende und später der Kupferschiefer und Zechstein abgelagert, worauf wieder Reihen neuer Thier- und Pflanzengattungen entstanden. Schon war auch ein Theil der Spalten, mit Erzen erfüllt, zu Erzgängen geworden. Nach neuen Revolutionen begann die Ablagerung des Trias. Große plutonische Massen stiegen nicht mehr empor, wohl aber dauerte die Erfüllung der Spalten mit Quarz und Erzen fort. Nach Ablagerung des Keupers entstanden wieder Reihen organischer Wesen, die von den früheren sehr verschieden waren. Nach neuen

Digitized by Google

Erdrevolutionen trat die Ablagerung der Jurabildungen ein, wieder begleitet von eigenthümlichen Thierbildungen.

338. Bis dahin scheinen nur Inseln aus dem Ocean hervorgeragt zu haben, jetzt bilden sich die ersten Continente mit Süßwassern. Auf abermalige Erdrevolutionen wurden die Wälderthon- und Kreidegruppen abgelagert und nach einem letzten Aufwallen plutonischer Gebilde, nämlich des Serpentins, begannen nun vulkanische Felsarten ihre Rolle, unter ihnen zuerst der Melaphyr. Die neuen Reihen organischer Wesen, welche nun auftraten, bereiten mehr und mehr auf die gegenwärtige Schöpfung vor. Nach mancherlei meist nur örtlichen Umwälzungen trat die Ablagerung der Tertiärformationen ein, auf welche eine Periode gewaltiger Hebungen und Senkungen folgte, die vielfache Veränderungen der Erdoberfläche zur Folge hatten. Mit dem Melaphyr traten nun auch Basalt, Klingstein, Dolomit, Trachyt und andere vulkanische Gebilde auf, worauf die Ablagerung der Diluvialgruppe begann. — Ueber das Alter der Erde, über die Zeiten, welche während dieser Vorgänge verflossen, kann die Wissenschaft fast Nichts bestimmen. Die meisten Geologen nehmen außerordentlich große Zeiträume hiefür in Anspruch, Millionen von Jahren, weil schon Bildungen der jüngsten Formationen ungemein lange Zeit erforderten. Das Delta des Mississippi wächst nach Lyell in hundert Jahren nur um 3 Fuß und brauchte 67,000 Jahre zu seiner Bildung; das Nildelta stimmt noch mit den alten Beschreibungen zusammen; hat sich also seit 3000 Jahren wenig oder nicht verändert.

339. Mit dem Auftreten des Menschen begann die jetzige Epoche; die organische Natur hatte im Ganzen die Beschaffenheit erlangt, welche sie noch gegenwärtig hat. Nach einer Fluthenzeit wurde das Diluvium abgelagert, es entstanden die mancherlei Conglomerate, Tuffe, die neueren vulkanischen Gebilde, Trachyt, Dolerit u. a. Die Gestalt von Meer und Land war wohl ungefähr die gleiche geworden, wie wir sie noch gegenwärtig sehen, die Temperatur der Erde, von den ältesten Zeiten an immer abnehmend, hatte ihren gegenwärtigen Stand, die Luft ihre heutige Beschaffenheit angenommen; die Klimate wurden in dem Maße, als die Erwärmung der Oberfläche immer mehr, zuletzt ganz von der Sonne abhängig wurde, nach den Zonen immer schärfer gesondert. Die in Folge fortwährender Erkaltung stets dicker werdende Kruste setzte den Feuerausbrüchen des glühenden Innern immer stärkern Widerstand entgegen, wovon die natürliche Folge größere Stabilität der Oberfläche, Seltenerwerden von Hebungen und Senkungen war. Die Erkaltung des Innern schreitet auch jetzt noch durch Ausströmung nie wieder ersetzter Wärme aus Vulkanen und heißen Quellen fort, doch berührt dieser Verlust längst nicht mehr die Oberfläche, da die jetzige Dicke der erkalteten Kruste wohl 20—50 Meilen betragen mag.

340. Damit der Mensch auf der Erde leben und seiner Bestimmung gemäß sich entwickeln kann, mußten demnach sehr bedeutende Vorbereitungen vorausgehen. Betrachtet man diese Verhältnisse im Großen und Ganzen, so sieht man ein, daß ein Fortschritt vom Unvollkommnern zum Vollkommnern, vom

Digitized by Google

Ungeheuerlichen zum Gemesseneren und Zierlicheren stattgefunden hat. Die Pflanzen und Thiere der ältesten Zeiten haben zum Theil einen rohern, weniger ausgearbeiteten Bau oder gehören wenigstens in der Mehrzahl niedrigeren Typen an; es ist in der früheren Schöpfung, mit der gegenwärtigen verglichen, mehr embryonischer Charakter. Es gibt einen Erdtheil, Australien, dessen Thier- und Pflanzenwelt gegen die der großen Continente zurückgeblieben ist, Aehnlichkeit mit der der Jurazeit hat; Australiens Thiere sind minder edel, minder bedeutungsvoll für den Menschen; ganze Familien (Rinder, Hirsche, Hunde, Affen ꝛc.) fehlen; die Pflanzenwelt enthält fast keine Nahrungspflanzen.

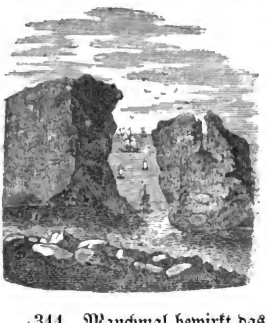
341. Im Menschen ist das innerste, vom Anbeginn der Erde eingeprägte Prinzip zur Erscheinung gekommen, ein Wesen, welches durch die Energie und Idealität des Geistes die Erde mit allen ihren Angehörigen erkennen und — in gewissem Sinne — auch beherrschen und veredeln soll, ein Wesen, in welchem die in den andern Lebendigen dieser Erde zerstreuten Strahlen in einen Brennpunkt gesammelt sind, ein irdisches Abbild des Universalgeistes. Die Wissenschaft kann nicht bestimmen, vor wie viel Jahrtausenden der Mensch aufgetreten ist; die Traditionen der Völker weichen hierüber sehr ab. Manche Geologen vermuthen, daß das Menschengeschlecht viel älter sey, als die gewöhnliche Geschichte annimmt.

342. Man hat gegen die plutonische Theorie mancherlei mehr oder weniger gegründete Einwendungen gemacht, z. B. die Verbindung von Substanzen sehr verschiedener Schmelzbarkeit in manchen Mineralien und Felsarten, namentlich dem Granit, das Eingewachsenseyn leicht schmelzbarer Granaten in dem so schwer schmelzbaren Quarz. Manche, namentlich der verdiente Oberbergrath Fuchs in München, wollen daher, nachdem der ältere unhaltbare Neptunismus verlassen werden mußte, einen wässerig-gallertartigen Zustand der Erde und als dessen erstes Produkt den Granit annehmen, an welchen sich dann die anerkannten neptunischen Bildungen anschließen sollen; noch Andere geben den feurig-flüssigen Zustand zwar zu, jedoch nur für die vorgranitische Zeit und sehen den Granit bereits als wässerig-gallertiges Produkt an. — Die Erdbildung ist jedenfalls das Resultat vielerlei theils uns bekannter, theils uns unbekannter Kräfte, welche alle zu ihrer Zeit und an ihrem Ort eine Rolle spielten. Die fortschreitende Wissenschaft wird den Antheil zu bestimmen haben, der jeder von ihnen zukömmt, wird aber ohne Zweifel auch erkennen, daß die Construktion der Vergangenheit aus der Gegenwart immer nur in einem unvollkommenen Grade möglich sey und daß zu den Dingen, welche der Verstand der jetzigen Menschheit nie vollkommen durchdringen wird, auch die Erdbildung gehöre.

343. Die Erdoberfläche ist in steter Veränderung begriffen. Die atmosphärischen und Erdgewässer zerstören die Gebirgsmassen mechanisch, zum Theil auch chemisch, führen sie, immer mehr, oft bis zum feinsten Schlamm verkleinert, dem Meere zu oder setzen sie an anderen Orten ab, so neues Land bildend oder schon vorhandenes erhöhend; das Meer zerstört sein Ufer, unter-

Digitized by Google

wühlt die hohen Küsten bis zum Einstürzen und häuft auf flachen Ufern, Sandhügel, Dünen, an. Starke Brandung zerreibt und durchbricht (mit Hülfe von Steinen, Sand, Muschelstücken als Reibmaterial) nicht bloß Kreide- und Sandstein-, sondern auch harte Porphyr- und Granitfelsen, wie beistehende Figur solche vom Meere durchbrochene Porphyrfelsen an den Shetlandsinseln zeigt. Jedes stärkere Gewässer, welches eine Kaskade bildet, zerstört seine Unterlage, so daß der Wasserfall immer weiter zurück gegen den Ursprung rückt, was am Niagarafall sehr auffallend ist.

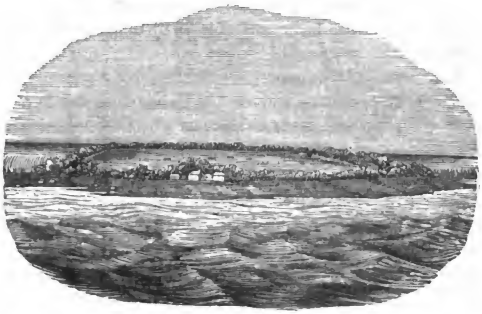


344. Manchmal bewirkt das Wasser in Verbindung mit der Schwere Zerstörungen. Erdfälle sind meist senkrechte Vertiefungen durch Einsturz entstanden, nachdem unter der obersten Schicht befindliche Lager z. B. von Gyps, Steinsalz, Sand durch Wasser ausgespült wurden oder wo durch Ausbrennung von Kohlenlagern den obersten Schichten ihre Stütze entzogen wird. Wenn in Berggegenden tieferliegende, leicht zerstörbare Gesteinsschichten nach langem, heftigem Regen ausgewaschen werden, so gleiten die auf ihnen liegenden Schichten langsamer oder schneller in's Thal, je nachdem ihre Neigung gegen den Horizont kleiner oder größer ist. So entstehen verheerende Bergschlüpfe und Felsenstürze, durch welche Ortschaften verschüttet, Flüsse aufgestaut, Seen ganz oder theilweise ausgefüllt werden. (1806 der Bergschlupf vom Roßberge, welcher Goldau im Kanton Schwyz verschüttete, 1851 bei Brannenburg in Bayern, bei Biberegg im Kanton Schwyz; bei Felsberg ꝛc.) Durch Wasser und Schwere findet im Ganzen ein fortwährendes Nivelliren, ein Zerstören des Hervorragenden, ein Zerreiben des Festen statt, so daß die Ungleichheiten der Erdoberfläche fortwährend, wenn auch sehr langsam, abnehmen. Die vulkanischen Massen durchbrechen feste Schichten und thürmen über und zwischen ihnen ihre Lavaströme und Aschenmassen auf oder verbreiten sie ringsumher; auch durch diese Prozesse werden Seen und Thäler ausgefüllt, der Meeresboden erhöht, der Lauf der Flüsse verändert. Der Hebungen und Senkungen, welche noch jetzt fortdauern, und der Torfbildung wurde bereits früher gedacht.

345. Gewisse mikroskopische Pflänzchen einfachster Art, die mit Kieselschalen versehenen Bacillarien, bilden durch ihre ungeheure Vermehrung bisweilen bedeutende Anhäufungen, so daß Häfen durch sie verschlammt und ziemlich bedeutende Lager und Schichten gebildet werden. Durch die Thätigkeit der Polypen der Madreporen und verwandter Steinkorallen werden stets neue Inseln und Riffe erzeugt. Am großartigsten geht dieser Prozeß im indischen und besonders im stillen Ocean vor sich, welche von unzähligen Koralleninseln übersäet sind. Diese Polypenformen sind nur innerhalb

Digitized by Google

der Wendekreise zu Hause; die Millionen Thierchen sondern aus dem Fuß- oder Rückentheil kohlensauren Kalk ab und erzeugen so steinartige Stöcke, die durch immer neue Generationen wachsend Klippen und Riffe bilden. Diese stellen bald Linien vor den Küsten dar, bald umgeben sie Inseln ringförmig in gewissem Abstande, oder sie selbst bilden Ringe, malayisch Atolls genannt, die durch Ausfüllung des innern mit stillerm Wasser erfüllten Raumes, in welchem andere Korallenthiere bauen, nach und nach zu Inseln werden. Die äußere Böschung, an welcher sich die Brandung furchtbar bricht, wird durch Sand, Steine, Muschelträmmer, Schlamm und Koth der Seevögel allmälig bis über die höchste Fluth erhöht, und der Wall, mehr noch der innere Raum von zuerst unvollkommneren und kleineren, später von größeren Pflanzen bekleidet, worauf sich Thiere und zuletzt der Mensch einfinden. — Beifolgende Abbildung stellt Whitsunday's Island im stillen Ocean dar, an welcher noch der innere See, die sogen. Lagune, da ist.



Sinkt der Meeresboden, so bauen die Thierchen immer wieder bis an den Seespiegel in die Höhe, so daß solche Riffe bisweilen über 1000′ hoch werden, obschon Polypen nur höchstens bis 200′ Tiefe leben können; erhebt sich der Meeresboden, so steigt das Riff mehr oder minder hoch über den Seespiegel, wie ja urweltliche Korallenbänke in mehreren 1000′ Höhe vorkommen.

346. Nicht die kleinsten Veränderungen bewirkt endlich der Mensch auf der Erde. Er lichtet die Urwälder der Ebenen und Berge, wodurch die wichtigsten Veränderungen in Klima, Wasserreichthum und Vegetation der Länder gegeben sind; er weist manchen Gewässern andere Bahnen an oder legt Strecken Landes durch deren Ableitung trocken. Durch die Verbreitung der Kulturpflanzen und Hausthiere über die Erde wird die ursprüngliche Pflanzen- und Thierbevölkerung der Länder mehr oder minder verdrängt. Morea und ein Theil Südspaniens wurden durch Abholzen ihrer Gebirge trocken und unfruchtbar.

347. Die Temperatur der Erde kann in den letzten Jahrtausenden kaum merklich abgenommen haben, da das Volumen der Erde und in Folge dessen

Digitized by Google

ihre Bahnbewegung und Jahreslänge seit 2000 Jahren, wo die ersten zuverlässigen astronomischen Beobachtungen angestellt wurden, unverändert geblieben sind. Das Klima einzelner Länder hat sich nur dann bedeutend verändert, wenn etwa durch den Menschen oder lokale Einwirkungen, z. B. vulkanische Ausbrüche (wie auf Island) Veränderungen der Oberfläche oder Pflanzendecke stattfanden. Palästina bringt heut zu Tage, wie zu Moses Zeit vor fast 3500 Jahren, Datteln und Trauben in Menge hervor; wäre es kälter geworden, so könnte die Dattel, wenn wärmer, die Traube nicht mehr in Menge gedeihen. Die alten Nachrichten von der Fruchtbarkeit Grönlands beruhen auf Mißverständniß; der Oelbaum reicht auch heut zu Tage, wie zu Strabo's Zeit, in Frankreich nicht über die Cevennen hinaus. Man kann Fuster recht geben, daß das Klima Frankreichs (wie Deutschlands) zu Cäsar's Zeit wegen der unermeßlichen Wälder sehr rauh war. Die Angaben Fuster's, daß das Klima dann immer milder wurde, so daß im fünften Jahrhundert ganz Frankreich mit dem Weinstock bedeckt war; im dreizehnten Abnahme eintrat, jedoch noch im sechszehnten das Zuckerrohr in der Provence acclimatisirt war und treffliche Datteln gediehen, und erst im achtzehnten Jahrhundert all' dieses verschwand, — bedürfen weiterer Bestätigung. —

Digitized by Google

Dritter Abschnitt. Organik.

Lehre von den belebten Wesen.

Vorbemerkungen.

348. Aus dem planetarischen Makrokosmus treten in Folge fortschreitender Entfaltung und Herausetzung der in seinen Keim ursprünglich gelegten Anlagen unter Einwirkung der Sonnenkraft die Organismen hervor, Mikrokosmen, kleine, mehr oder minder geschlossene Welten auf der großen. Ohne diese Wirkung aus ihrem höhern Lebenscentrum, der Sonne, hätte es die Erde nicht zur Darstellung einer Organisation, sondern nur zu einer Mineralwelt gebracht (wie etwa Pflanzen ohne Licht nur zu Blättern, nicht zu Blüthe und Frucht); darum erscheint auch jetzt noch die Sonne als Beherrscherin alles Lebens auf Erden. Pflanzen- sowohl als Thierreich sind nicht auf einmal geworden, wie wir sie jetzt schauen, sondern im Laufe der Zeiten und in Beziehung zur Entwickelung des Planeten; ihre und seine Wandlungen gingen oft parallel. Das mächtige Prinzip aber, welches beide bewirkte, ist kein anderes, als der Geist der Erde selbst, der Geodämon, welcher sein höheres Centrum im Heliodämon, im Geiste der Sonne, hat, wie dieser auf noch höhere und ein höchstes bezogen ist. Er offenbart uns in den Wandlungen der sichtbaren Erdenwelt nur seine eigenen inneren Wandlungen und gestaltete die Erde und ihre Lebendigen um als sein Kleid. — Die immer andern Formen von Pflanzen und Thieren, welche im Laufe der Zeiten auf den Schauplatz des Lebens traten, konnten neu (wie die ersten) aus jenem Innern, Geistigen der Natur (gleichsam durch einen magischen Akt) hervortreten, oder sie sind nur Umwandlungen früherer Typen, so daß die ersten Urformen, in welchen die Anlage zur Differenzirung sehr groß war, die wahren Stammeltern auch der gegenwärtigen Geschöpfe, der bis jetzt letzten Glieder einer unabsehbaren Reihe von Metamorphosen — wären. (Vergl. über die Namen Heliodämon, Geodämon ꝛc. meine allgem. Naturgeschichte Bd. I., S. 298 und über diese Vorbemerkungen überhaupt das ganze sechste Buch Bd. II., S. 121—212.)

349. Jedes organische Wesen ist ein sich zur Vielheit Entwickelndes und aus dieser wieder zur Einheit Rückkehrendes, welches sich fortwährend auf sich selbst bezieht. Es ist kein Organismus denkbar, der vollkommen einfach wäre; besteht er auch nur aus wenigen, ja nur aus einem Elementartheil (Zelle), so ist doch in dieser eine Mannigfaltigkeit und Beweglichkeit der

Digitized by Google

Kräfte vorhanden, welche dem Mineral fehlt; alle diese Kräfte wirken zu einem gemeinsamen Ziel, haben einen Zweck: den der Erhaltung und Fortpflanzung des Lebens. Die organischen Wesen haben nämlich Fortpflanzungsfähigkeit, das Vermögen, wesentlich gleiche Geschöpfe aus sich zu erzeugen, welcher Prozeß immer auf substanzieller Absonderung vom Leibe des Erzeugenden beruht, erfolge sie nun durch Theilung desselben (wie bei niederen Pflanzen, Infusorien) oder Sproßbildung (Polypen, die meisten Pflanzen), Erzeugung von Blastien (Keimkörnchen, wie die Sporen der Kryptogamen, die Blastien der Infusorien) oder durch Embryonen (bei höheren Pflanzen und Thieren), welche letztere Art nur bei Geschlechtsgegensatz möglich ist. Eine Pflanze treibt oft mehrere bloß beblätterte Axen, bis in bestimmter Folge eine blüthentragende eintritt; bei gewissen niederen Thieren schieben sich zwischen je zwei vollkommene, zugangsfähige Generationen eine oder mehrere unvollkommnere (Ammengenerationen) ein, was man Generationswechsel heißt. — Auch chemisch ist der Organismus vom Mineral verschieden, seine Zusammensetzung komplizirter und anders beschaffen. (Vergl. §. 97.) Seine kleinsten Theilchen sind meist hohle Bläschen (bei den Mineralien erfüllte Körnchen oder Blättchen), seine Substanz ist mehr oder minder weich (zwischen Festem und Flüssigem schwankend), feucht, elastisch, reizbar und beweglich, meist nicht krystallisirbar; er entsteht von ihm gleichen Wesen, besteht unter unaufhörlicher Veränderung und vergeht nach bestimmter Zeit, während ein Mineral, vor zerstörendem Einflusse geschützt, undenkliche Zeit unverändert fortbesteht und nicht sterben, sondern nur umgewandelt oder zerstört werden kann. Bewegung und fortwährender Verkehr mit den Naturkräften ist unumgängliches Bedürfniß für den Organismus, während letzterer auf das Mineral nur zersetzend wirkt, und erstere nur bei seiner Bildung stattfand. Weil das Leben der Organismen durch die Gesammtwirkung seiner Theile entsteht, so vertragen sie nicht Trennung, wie die amorphen Mineralien, wo auch noch ein Stück die Eigenschaften des Ganzen zeigt. Das gesetzte Lebensziel erreicht nur ein Theil der Lebendigen; es ist Gesetz, daß unzählige schon im Ursprung untergehen (Abortiren der Eichen ꝛc.), andere aus Schwäche im Kampf mit der Natur und bei der Concurrenz mit Ihresgleichen, viele durch Einwirkung anderer Organismen.

350. Je bedeutender ein Organismus, aus desto zahlreicheren, verschiedeneren, zur Einheit verbundenen Theilen besteht er; diese sind neben einer gewissen Selbstständigkeit den Zwecken des Ganzen untergeordnet. Daher gliedert sich jeder vollkommnere Organismus in Systeme und Organe, welche zuletzt aus den lebendigen Elementartheilen bestehen, individualisirten mikroskopischen Körperchen in Gestalt von Fasern, Röhrchen, Blättchen, die man auf eine gemeinschaftliche Grundform, Zelle genannt, zurückführen will. Diese ist ein hohles sphäroidisches Bläschen mit festem Kern und mehr oder minder flüssigem Inhalt; sie vermag durch Streckung, Pressung, Erfüllung jene anderen genannten Formen anzunehmen. Betrachtet man ein Stückchen Muskelfleisch eines Thieres, so erscheint es zunächst aus Faserbündeln zusammenge-

Digitized by Google

ſetzt, deren einzelne Faſern vielleicht geſtreckte und erfüllte Zellen ſind; ein Stück eines Pflanzenblattes, einer Frucht zeigt ſich aus ſolchen mikroſkopiſchen Bläschen gebildet, ein Stück Holz aus Bläschen, Faſern, Röhren.

351. Die Elementartheile ſetzen Gewebe zuſammen und größere Maſſen derſelben von beſtimmter Form Organe oder Theile ſolcher; Syſtem iſt eine Verbindung mehrerer Organe für einen ſpeziellen Zweck inner dem allgemeinen. Das Athmungsſyſtem des Menſchen z. B. beſteht aus Luft-zuführenden Kanälen, nämlich der Luftröhre, ihren Aeſten und deren immer feineren Verzweigungen, die mit Adern, Nerven und Zellgewebe jene ausdehnſamen, ſich mit Luft abwechſelnd füllenden und leerenden Organe darſtellen, welche man Lungen nennt; ein weiteres Organ iſt das Zwerchfell, ein auf- und abſteigender Muskel, welcher die Bruſthöhle bald verengert, bald erweitert; das Heben des Bruſtkaſtens beim Athmen wird durch beſondere Muskeln bewerkſtelligt ꝛc. Alle dieſe Organe zuſammen bilden das Athmungsſyſtem. Der Organismus beſteht aus mehreren Syſtemen; jedes vollzieht ſeine beſondere, — alle in Uebereinſtimmung vollziehen die allgemeine Aufgabe.

352. Wenn aber auch jedes Organ und Syſtem und zuletzt der ganze Organismus durch die Thätigkeit ſeiner kleinſten lebendigen Theilchen beſteht, ſo iſt ſein Geſammtleben doch nicht bloß Ergebniß dieſer Thätigkeit. Es war nämlich ſchon vor dem Vorhandenſeyn dieſer Theilchen eine lebendige Macht vorhanden, waltend in dem noch geſtaltloſen Keimſtoff, nährende und bildſame Materien anziehend und verarbeitend, eine Macht, welche ſelbſt jene Elementartheilchen aus dem formloſen Stoff in beſtimmter Form hervorgehen ließ und zu einem wundervoll gegliederten Ganzen ordnete. Dieſe Kraft, eine anders geartete in jedem Organismus, iſt deſſen bildende Seele, die nach dem ihr aus dem höheren Geiſte eingeprägten Urbild der Species den Leib des künftigen Geſchöpfes mit den durch ihre Individualität bedingten Modifikationen als ihre ſinnliche und räumliche Erſcheinung geſtaltet. Sie bewirkt auch die Erhaltung des ſchon gebildeten Leibes, überwindet die Schädlichkeiten, heilt die Krankheit und bedient ſich zur Erfüllung ihrer Beſtimmung als ihrer Werkzeuge der beſonderen Kräfte jener Syſteme, Organe und Elementartheilchen, ſchwebend über dem Einzelnen, welches ſie aus ſich herausgeſetzt hat, nicht nur als oberſte Idee des Ganzen, ſondern als belebende wirkſame Subſtanz. Es iſt eine große Einſeitigkeit der neuern Phyſiologie, Alles auf die Thätigkeit des Zellenlebens zurückführen zu wollen, während die Zellen nur die letzten Träger jener einheitlichen Kraft ſind, welche dieſe nach Bedürfniß in beſtimmter Menge und Beſchaffenheit erzeugt und mit ihnen den Leib erbaut. Nicht bloß in den Zellen lebt jene allgemeine Subſtanz, ſondern eben ſo gut im Ungeſtalteten, namentlich in den Flüſſigkeiten des Organismus. Aus den Zellen laſſen ſich nicht einmal die Geſtalten der Thiere und Pflanzen erklären, geſchweige denn Verbindungen Aller zu den höheren Stufen, zuletzt zum Reiche, und die Wandlungen von dieſem in der Zeit. — Das wahre Erſte iſt überall der Geiſt, welcher den Stoff nicht nur erfüllt, ordnet auch geſtaltet.

Digitized by Google

353. Die mechanische Attraktion bildet nur Kugelformen, die Krystallkraft ebenflächig begrenzte Körper; die Organismen werden von sehr verwickelten krummen Linien begrenzt und nur die niedersten sind kuglig oder eckig. In der Organisation macht sich das Prinzip der Individualität, welches in der Mineralwelt noch untergeordnet ist, in höherem Grade geltend; je vollkommener die Organismen, desto strenger geschieden, desto selbstständiger ist ihre Individualität; man nimmt eine Steigerung von den Pflanzen und zusammengesetzten Thieren zu den freien, wahrhaft individuellen und auf der Stufe des Geistes zur Persönlichkeit wahr. — Was in der Natur von Kräften über längere Zeiten und weitere Räume zerstreut ist, findet sich in den Organismen concentrirt, gesteigert, mit höheren Thätigkeiten vermehrt, — daher ist das Wechselspiel der Lebenskräfte rascher, schon dem ungeübten Blick erkennbar. Durch den Verkehr mit Außen und die Beziehung nach Innen ist unaufhörliche Kreisbewegung gegeben; das lebende Wesen nimmt fortwährend Stoffe aus Luft, Wasser und Erde auf, combinirt sie zu den ihm eigenthümlichen Materien und gibt andere Stoffe an die Außenwelt zurück; es macht Fremdes zu Eigenem, verwandelt Verschiedenartiges in seine Einheit und wird dadurch immer geschlossener, conkreter und kräftiger.

354. Das Leben der Organismen mit all' seinen Bewegungen und Thätigkeiten verläuft rhythmisch; innerhalb des Gesammtrhythmus hat jedes System oder Organ wieder seinen besondern. Immer wechseln Ruhe und Thätigkeit, Ausdehnung und Zusammenziehung, Spannung und Nachlaß, — bei diesem Organe schneller, bei einem andern langsamer. Jedes Organ besitzt eine bestimmte Reizkapazität, vermöge welcher die Erschöpfung bei diesem früher, bei jenem später eintritt, jedes hat sein besonderes Begehren, seine Lust und seinen Schmerz, eigene Krankheiten und Art des Sterbens. Das ganze Leben eines organischen Wesens theilt sich in eine auf- und absteigende Hälfte; es erreicht (bei normalem Verlauf) einen höchsten Punkt der Kraft und Vollkommenheit und steigt dann herunter, gleichsam wie ein Stern, der im Osten aufgehend in der Mittagslinie kulminirt und dann sinkend im Westen unter dem Horizont verschwindet. Auf- und Absteigen erfolgen aber mit ungleicher Geschwindigkeit, nicht wie beim Sterne mit gleicher; es gibt im Leben des Organismus Verzögerung und Beschleunigung, Aufflammen und Nachlassen der Thätigkeit, — in welchem Wechsel eben seine höhere Natur sich beurkundet. Während bei der Pflanze und beim Thiere alte Theile absterben und im Mauserungs- und anderen Ausscheidungsprozessen, im Blattfall ꝛc. abgestoßen werden, findet zugleich stetes Erzeugen neuer statt.

355. Weil die Organismen in einem gewissen Sinn Mikrokosmen, Nachbildungen der großen Welt im Kleinen sind, so werden in ihnen auch die Kräfte und Erscheinungen der großen Welt, ihre mechanischen und dynamischen Prozesse, in eigenthümlicher Form wahrzunehmen seyn: Schwere und Licht, Elektricität und Chemismus, Ausdehnung und Zusammenziehung ꝛc. Die Thätigkeit der Erdorgane (Luft, Wasser, Erdfeste) wird sich in ihnen nachbilden als Athmung, Kreislauf und Ernährung; hier wie dort werden alle

Digitized by Google

lebendigen Prozesse ohne bestimmte Grenze sich in einander verschlingen. In jedem System wird zugleich das Ganze seyn und jedes wird seinerseits das Ganze durchdringen; so finden wir durch den Gesammtleib des Menschen oder eines höhern Thieres Blut und Nerven verbreitet und mit dem Blute die Thätigkeit des Athmungs- und Ernährungssystems. Die Dynamide der äußeren Natur sind im Organismus zum Theil in der Form der Nerventhätigkeit dargestellt; das Prinzip der Erregung lauft am Nervenfaden fort, wie der galvanische Strom am Kupferdraht.

356. Die Gesammtorganisation der Erde gliedert sich nach eigenen inneren Momenten und nach dem Vorbilde des Makrokosmus; ihre Glieder erscheinen als Stufen oder Reiche. Die untere Stufe entspricht mehr noch der planetaren Natur, hat Licht und Bewegung weniger in sich selbst, kommt eben darum mehr außer sich selbst; so die Pflanzen. Die Organismen der zweiten Stufe, die Thiere, sind in soferne mehr der Sonnennatur vergleichbar, als sie ein eigenes Lichtsystem in sich entwickeln (in Form von Sinnen und Nerven) und sich auch aus innerem Grunde zur Bewegung bestimmen können. Seinem Leibe nach schließt sich der Mensch an die Thiere an; weil er aber nicht bloß die leiblichen Formen und Prozesse, sondern auch den Geist der Welt abbildlich in sich hat, so gehört er zugleich einem über der Erdorganisation liegenden Reiche an.

357. Der vegetabilische Organismus breitet sich in äußere Organe aus, ohne sich zugleich in innere zu centriren. Wegen dieses Grundcharakters der Aeußerlichkeit sind sich die Organe der Pflanze so verwandt, daß sie fast nur als Entwicklungsstufen derselben Grundform erscheinen. Als ein zwischen Sonne und Erde gespannter, von beiden abwechselnd gezogener und bestimmter Organismus muß die Pflanze in eine auf- und absteigende Hälfte, in eine Erd-Wasser- und in eine Licht-Luft-Hälfte zerfallen; in beiden Hälften sind die Organe nach Außen entfaltet. Mit dem Thiere verglichen ist die Pflanze gewissermaßen ein Aufrichtiges, das Thier ein Verschlossenes, — es entwickelt den größten Reichthum seiner Bildungen nach Innen. Der thierische Organismus zerfällt in zwei Systemgruppen, wovon die eine nach Außen, der Welt zugewendet, die andere der Verinnerlichung bestimmt ist; daher kann das Thier in sich selbst einkehren, sich selbst empfinden und durch Bestimmung von innen heraus sich bewegen. Die Pflanze schläft, das Thier wacht. Das organisirende Prinzip der Pflanze geht gleichsam auf in der Plastik des Leibes; es ist kein Ueberschuß da, welcher Bewegung, Stimme, Selbstspiegelung und hiemit Bewußtseyn bewirken könnte. Die sonst stumme Pflanze spricht sich daher nur durch ihre Bildung und Haltung, durch ihre Farben und Düfte aus. Alle Bewegungen in ihr erfolgen langsam, wie das Strömen von Luft und Wasser, das Binden und Lösen der Stoffe; es fehlen ihr die dynamischen Bewegungen, welche im Thiere mit Blitzesschnelligkeit die Fortpflanzung der Reize, die Wirkung vom Umkreis zum Centrum und umgekehrt vermitteln. — Das Chlorophyll der Pflanzen, durch welches sie (und mit ihnen die Erde)

Digitized by Google

grün erscheinen, ist so charakteristisch für sie, wie das rothe Blut für die (höheren) Thiere.

358. Pflanzen- und Thierreich gliedern sich nach dem innern Reichthum ihrer Ideen und unter Accommodation an die elementare und geologische Welt in zahlreichen verschiedenartigen Gruppen bis herab zu immer schärfer bestimmten Einheiten. Hierauf beruht unsere Systematik; durch jene Gliederung sind die Begriffe von Klasse, Ordnung, Familie, Sippe, Art (species, vielleicht besser Gattung genannt), Abart, Unterart, Abänderung, Race gegeben. *) Die Zahl der Arten ist in der organischen Natur wegen des reichen Inhalts der ihr zu Grunde liegenden Ideen viel größer als in der Mineralwelt; man kennt jetzt (mit Ausschluß der fossilen) wohl 100,000 Pflanzen- und eben so viel Thierspecies. Jede Species verwirklicht sich in einer unbestimmten (oft unermeßlich großen) Zahl von Individuen. — Der menschliche Verstand ordnet die Pflanzen und Thiere nach einer Reihe an, welche auf dem Begriff der Vollkommenheit beruht, entweder von den vollkommneren Formen zu den unvollkommneren oder in umgekehrter Richtung fortschreitend. Aber jener Begriff hat nur einen relativen, keinen absoluten Werth; eine Art ist nur relativ vollkommener oder unvollkommener als eine andere, alle sind unvollkommen im Vergleich mit dem Ideal ihres Reiches, und wieder vollkommen, weil sie ihrem Zwecke gemäß sind. Gewöhnlich halten wir das Complicirtere für das Vollkommnere, das Einfachere für das Gegentheil; wenn aber höchst einfach gebildete Thiere, z. B. die Infusorien, doch Funktionen höherer verrichten können, so muß auch solche Einfachheit vollkommen seyn. — Alle Gruppen eines Reiches stehen unter sich in einer idealen Verbindung; man kann sich jedes Reich unter dem Bilde eines gewaltigen Baumes vorstellen, dessen Aeste die großen Unterabtheilungen, dessen Zweige die Klassen, Ordnungen, Familien, dessen Zweiglein die Sippen und Species sind. Aber auch jede einzelne Species läßt sich wieder als Baum denken, dargestellt durch alle Individuen, beginnend von den Ureltern und sich in unabsehbarer Verzweigung durch alle Generationen bis zu den fernsten Nachkommen ausbreitend.

359. Die Thier- und Pflanzengestalten werden sich in Uebereinstimmung mit der Beschaffenheit ihrer seelischen Prinzipien bilden. Das

*) Sind die Individuen zwar verschieden, werden sich aber in wenigen oder vielen Generationen wieder ähnlich, so bilden sie im ersten Fall die Abart, varietas, im zweiten die Unterart, subspecies. Die bloße Abänderung, variatio, hebt sich noch während des Lebens des Individuums auf. Ausartungen, degenerationes, und Mißbildungen, monstra, sind abnorme Verschiedenheiten mit gefährdeter Fortpflanzungsfähigkeit. Durch Zeugung zweier Individuen verschiedener Species entstehen Bastarde, formae hybridae; sie sind entweder nicht fortpflanzungsfähig oder sterben doch nach wenig Generationen aus, hiebei dem einen oder andern der Eltern immer ähnlicher werdend. Die Race gehört bald zur varietas, bald zur subspecies; ganz eigen verhalten sich die sogen. Racen des Menschen, worüber im sechsten Hauptstück noch etwas zu sagen ist. (Bastarde hat man nicht nur bei Phanerogamen, sondern auch bei Moosen und Farren beobachtet.)

Digitized by Google

Großartige und Geringe, das Furchtbare und Liebliche, Schöne und Gräuliche, Harmonische und Groteske u. s. w. werden ihre entsprechenden Formen annehmen, so daß eine allgemeine Physiognomik der organischen Wesen begründet wird. Wie ganz anders die Gestalt und Bewegung des Raubthieres, als die des harmlosen Pflanzenfressers! Und selbst bei den Pflanzen spricht sich das innerste Wesen auch in der äußern Form und durch Gerüche aus, welche z. B. bei Giftpflanzen oft eckelhaft und betäubend sind. Nicht selten ist in ganzen Reihen ein üppiger Humor ausgedrückt; man betrachte z. B. die abenteuerlichen Gestalten vieler Fische und Amphibien, die wunderlichen Formen der Caktusgewächse, Pilze ꝛc.

360. In früherer Zeit herrschte die Vorstellung, daß vom Menschen bis zum Infusorium eine an Vollkommenheit immer abnehmende Reihe von Thierformen bestehe; das unvollkommenste Thier stehe noch höher als die vollkommenste Pflanze. An die einfachsten Thiere schließen sich demgemäß die höchsten Pflanzen an, und das Pflanzenreich biete wieder eine solche Folge immer einfacherer Formen bis hinab zum Schimmel und Wasserfaden dar. — Diese Vorstellung ist in mehrfacher Beziehung unrichtig, einmal weil im Pflanzen- und Thierreiche nicht eine einfache Folge, sondern mehrere mit einander verkettete Reihen und Gruppen existiren, dann weil das angeführte Verhältniß beider Reiche zu einander nicht stattfindet. Vielmehr stimmen die einfachsten Formen beider Reiche so sehr überein, daß oft schwer zu entscheiden ist, ob sie dem einen oder andern angehören; von diesem Punkt der Verwandtschaft aus erheben sich aber die beiden Reiche gleichsam in Gestalt zweier divergirender Linien zu immer vollkommneren Formen, das Pflanzenreich zu den höchsten Familien der Gewächse mit zwei Samenlappen und getrenntblättrigen Blumen (Rosen- und Hülsengewächse ꝛc.), das Thierreich zu den Vögeln und Säugethieren. Daraus folgt, daß gerade die höchsten Pflanzen und Thiere am weitesten aus einander stehen, die größte Verschiedenheit zeigen. — Bei dem gänzlich verschiedenen Gang, welchen der Bildungstrieb im Thier- und Pflanzenreiche nimmt, läßt sich auch leicht denken, daß die Conformation beider Reiche (man sehe über diesen Begriff Hauptstück 5 ffg.) eine ganz verschiedene und eine Parallelisirung ihrer großen Abtheilungen (Akotyledonen mit Strahlthieren, Monokotyledonen mit Gliederthieren, Kotyledonen mit Wirbelthieren) nicht zulässig sey.

361. Die früheren Zustände der sehr tief stehenden Familie der Algen (kryptogamischer Wasserpflanzen) haben eine Bewegung, die von der willkürlichen der eigentlichen Infusionsthierchen nicht zu unterscheiden ist und durch schwingende Fäden oder Wimpern wie bei jenen hervorgebracht wird; rothe Punkte wurden bei ihnen für Augen genommen; sogar Zusammenziehbarkeit (Kontraktilität) ihrer Substanz, wohl für ein ausschließliches Merkmal der Thiere gehalten, haben sie mit diesen gemein. Und so liegt der Schluß nahe, daß Thieren und Pflanzen in ihrem Ursprunge dieselbe Substanz gemeinsam sey, daß der bildende, lebendige Inhalt der Pflanzen- und Thierzelle (das Protoplasma) in beiden Reichen übereinstimme, und daß der große

Digitized by Google

Unterſchied der ſpätern individuellen Entwicklung des Pflanzen- und Thier-Individuums und der höheren Formen beider Reiche darauf beruhe, daß im Thierreiche jene ſenſible, bewegliche, kontraktile Subſtanz frei bleibe und zu höheren Bildungen geſteigert werde, während ſie bei den Pflanzen bald von einer ſtarren Hülle (der Celluloſe, vegetabiliſchen Membran) eingeſchloſſen und gleichſam gefangen wird. So ſind alſo die ſogen. Schwärmſporen der Algen (z. B. auch der rothen Schneealge der Alpen und verwandter Formen, der Vaucheria), die Volvox, Euglena, Monas und Vibrio, thierartige Weſen, — aber ſehr bald erliſcht jene zarte Flamme, und der vegetabiliſche Bildungstrieb gewinnt das Uebergewicht, es tritt Ruhe ein, es entſtehen aus den noch kurz zuvor lebhaft bewegten Weſen unter Verluſt oder Reſorption ihrer Bewegungsorgane pflanzenähnliche, raſch wachſende Bildungen oder es folgt gänzliche Auflöſung (ſo bei den Monadinen und manchen Vibrioniden).

Digitized by Google

Fünftes Hauptstück.

Pflanzenlehre, Phytologie.

A. Vom Pflanzen-Organismus.

a) Von den Elementartheilen.

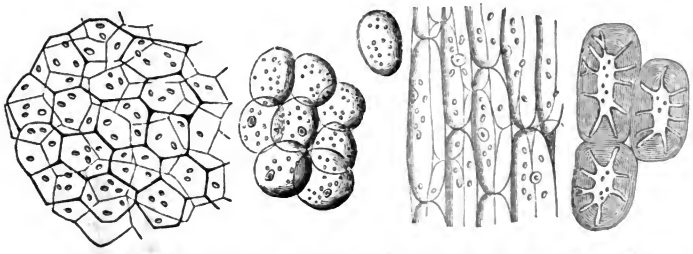
362. Grundform derselben sind die sogen. Zellen (s. §. 350), sphäroidische Bläschen, durch deren Vereinigung die Gefäße entstehen; der ganze Kontext der Elementarorgane heißt Gewebe. — Niedrige Pflanzen bestehen nur aus Zellen (oft aus wenigen, ja sogar einer einzigen), höhere aus Zellen und Gefäßen, daher die Unterscheidung von Zellen- und Gefäßpflanzen.*) Merenchymatische heißen die rundlichen oder elliptischen Zellen, parenchymatische, wenn durch gegenseitigen Druck ihre Wände abgeplattet, sie daher mit Flächen versehen erscheinen; das aus ersteren gebildete Gewebe heißt Merenchym, das von letzteren gebildete Parenchym. Ihrer allgemeinen Form nach sind die Zellen kurz, langgestreckt röhrig (dann wohl Saftröhren, Faserzellen ꝛc. genannt), plattgedrückt, tafelförmig. Sie können zugleich nach allen Richtungen gleichmäßig oder nach einigen überwiegend ausgedehnt seyn, wodurch regel- und unregelmäßiges Zellgewebe entsteht.

363. Die Zellwand wird ursprünglich durch eine äußerst zarte, durchsichtige Haut dargestellt, die aus C^{24},H^{20},O^{10} besteht. In letzter Zeit hat man noch eine feinere, der eigentlichen Zellmembran innerlich anliegende Haut als Primordialschlauch unterschieden. Im Verlaufe des Wachsthums der Pflanze legen sich an die innere Fläche der Zellmembran neue aus dem Zellsaft erzeugte Schichten, so daß oft der innere Raum der Zelle fast ganz ausgefüllt wird. Dieses sind im Gegensatz zur primären Zellhaut die sekundären Schichten, aus $C^{35}H^{24}O^{10}$ bestehend, welche zugleich viele Erden- und Metalloxyde aufnehmen, wodurch die große Härte mancher Hölzer, Fruchtschalen ꝛc. begreiflich wird. Prosenchymzellen heißen namentlich langgestreckte, durch schiefe oder diagonale Querwände verbundene Zellen, die, wenn fast ausgefüllt, die Holzfaser darstellen. Durch sekundäre Schichten fest gewordene Zellen entwickeln sich besonders, wo etwas gestützt oder geschützt werden soll, also in Stamm und Aesten, Frucht- und Samenschalen ꝛc. — Bisweilen bleiben einzelne punktförmige Stellen von solchen Ablagerungen frei, wodurch Kanäle entstehen, die von der innern Fläche der ursprünglichen Wand bis in's Centrum der Zelle verlaufen. Man nennt solche Zellen getüpfelte oder poröse, weil

*) Gewöhnlich sind die Zellen mikroskopisch klein; doch gibt es Ausnahmen; die Meeralge, Caulerpa prolifera Agardh, ist eine einzige verästelte Zelle bis 1' lang.

Digitized by Google

diese Stellen sich scheinbar als Löcher oder Poren in der Zelle darstellen; sind dieselben sehr zahlreich oder streifenartig, so entstehen die Sieb- und Spiralfaserzellen. — Diese scheinbaren Poren passen bei aneinander gränzenden Zellen auf einander, so daß der Inhalt durch die primären Zellwandstellen hindurch auf einander wirken kann. Beistehende Figuren zeigen einige Hauptformen von Zellen.

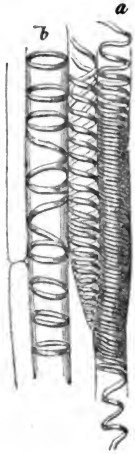


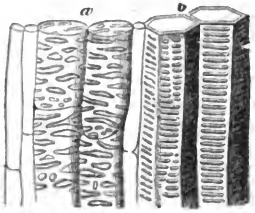
364. Die lebenden Zellen enthalten stets Zellsaft; eine wasserhelle Flüssigkeit mit aufgelösten indifferenten Stoffen, Säuren, Alkaloiden oder Extraktivstoffen; häufig finden sich in den Zellen auch ein Zellkern, Stärkmehl, Chlorophyll, Oele, Krystalle und mancherlei Metallsalze. Die Pflanzenalkaloide sind nicht selten kräftige Arzneistoffe oder Gifte (z. B. Nikotin, Atropin, Chinin, Cinchonin, Emetin, Strychnin, Morphin ꝛc.); das Amylon oder Stärkmehl stellt kleine sphäroidische Körperchen von $^1/_{1000}$—$^1/_{12}$‴ Größe vor; das Chlorophyll oder Blattgrün, ein harzartiger Stoff, die Ursache der grünen Farbe der Pflanzenwelt, schwimmt in Form kleiner Körnchen im Zellsaft oder bedeckt die Innenseite der Wand. Aehnlich kommt das Anthoxanthin (Blumengelb) vor, welches die gelben Pflanzenfarben und das Anthokyan (Blumenblau), welches die blauen und mit Säure die rothen bewirkt. Die Oele sind fette oder ätherische; letztere vorzüglich verursachen die Gerüche der Pflanzen. In sehr durchsichtigen Pflanzen (Chara ꝛc.) oder Pflanzentheilen, z. B. Haaren, sieht man die rotirende Bewegung des Zellsafts, welche in einer oder mehreren Strömungen, manchmal mit Beziehung auf den Zellkern vor sich geht. Die Zellen entstehen entweder aus dem Intercellularstoff oder Bildungsschleim, in welchem zuerst durch Verdichtung die Zellenkerne und diese die Blasen sich bilden, oder durch Theilung schon vorhandener Zellen, indem sich in diesen Scheidewände bilden und die Hälften sich dann abschnüren, oder endlich durch Bildung von Tochterzellen und Mutterzellen, wobei erstere durch Zerstörung der Wand der letzteren frei werden.

365. Die Gefäße entstehen aus Vereinigung und Umbildung von Zellen; a) die Spiralgefäße aus senkrecht über einander stehenden walzigen Zellen, deren an einander stoßende Wände durch Auffaugung verzehrt („resorbirt“) werden, und dienen nach Einigen, namentlich in der Jugend, zur raschern Saftleitung, während sie später Wasserdunst oder Luft enthalten. Die sekundäre Ablagerung stellt in ihnen am häufigsten ein schraubenförmiges Band vor,

Digitized by Google

deſſen Windungen frei bleiben oder verwachſen, manchmal über einander geſtellte Ringe (Ringgefäße) oder ein Netz bilden (netzförmige Gefäße); bei den ſogen. Treppengängen ſind die ſekundären Ablagerungen durch kreis-, punkt- oder linienförmige Lücken unterbrochen, die wie bei den getüpfelten Zellen durch Vermehrung der ſekundären Schichten manchmal in eigentliche Kanäle übergehen (getüpfelte Gefäße). Gewiſſe kurzgliedrige netzförmige oder getüpfelte Gefäße heißen roſenkranzförmige. Beiſtehende Figuren zeigen Ringgefäße, netzförmige und Treppengefäße.





366. b) Die Milch- oder Lebensſaftgefäße ſind einfache oder verzweigte ſehr enge Kanäle, aus walzigen, über einander ſtehenden Zellen entſtanden, deren Scheidewände aufgeſaugt werden, führen verarbeiteten Saft und hängen alle unter ſich zuſammen. Der Milchſaft iſt trüblich, dunkel, von Körnchen erfüllt, die ihn weiß, gelblich, röthlich, grünlich färben oder farblos laſſen; unter den Tropen gibt es zahlreiche Pflanzen mit gefärbtem und reichlichem, oft ſehr charakteriſtiſchem — Gummi, Harz, Kautſchuck, Eiweiß, Zucker, Salze und eigenthümliche Subſtanzen enthaltenden Milchſaft; in Amerika z. B. wachſen die merkwürdigen Milchbäume Galactodendron utile Humb. und Tabernaemontana utilis Arnott, deren Saft gleich Kuhmilch gebraucht wird. Federharz, Gummigutt, Opium, Euphorbium, Antiargift ſind nur eingetrocknete Milchſäfte. Der Milchſaft ſteigt von der Wurzel aufwärts durch in der Peripherie des Stammes liegende Hauptgefäße zu den Blättern und gelangt, nachdem er daſelbſt unzählige Veräſtelungen durchlaufen, wieder zu größeren im Stamme liegenden bis zur Wurzel reichenden Gefäßſtämmen, in welchen er gleichfalls feine und zahlreiche Veräſtelungen durchgeht. Bei dieſer Cykloſe (ſo genannt zum Unterſchied von der Rotation des Zellſafts in den Zellen) wird alſo ein

Digitized by Google

atmosphärisches (solares) und Wurzelkapillarsystem (tellurisches) durchlaufen, wie bei der thierischen Blutbewegung ein atmosphärisches (Lungen-) und körperliches Haargefäßsystem.

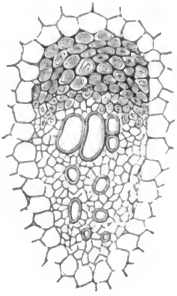
c) Die sogen. *eigenen* Gefäße bestehen aus gestreckten, prismatischen, über einander stehenden Zellen, deren Scheidewände erhalten bleiben. Sie verästeln sich nie, bleiben stets sehr dünnwandig und enthalten trübliche Flüssigkeit. Man findet sie nicht einzeln im Gewebe, sondern nur in den Gefäßbündeln zahlreicher Pflanzen.

367. *Gewebe* entstehen durch Vereinigung von Elementartheilen und sind einfache oder zusammengesetzte, je nachdem sie aus einerlei oder zweierlei Elementartheilen bestehen. *Zellgewebe* entsteht durch Vereinigung von merenchymatischen und parenchymatischen, *Fasergewebe* aus Faserzellen, *Gefäßgewebe* durch Vereinigung der Spiralgefäße; Faser- und Gefäßgewebe in ihrer Vereinigung stellen das *Gefäßbündel* dar. Das Zellgewebe ist das Ursprüngliche und Fundamentale, aus welchem sich alle weitere Verschiedenheit entwickelt, das alles Andere umschließt. Die äußersten Zellenlagen bilden die zum Schutz gegen die Atmosphäre dienende *Oberhaut*. Durch Erhebung einzelner Zellen oder Zellenreihen auf dieser entstehen Warzen und Haare.

368. Wird in der ausgebildeten Pflanze Intercellularstoff stellenweise resorbirt und dafür Luft abgesondert, so bilden sich *luftführende Räume* ohne eigene Wandungen, die, wenn sehr eng, Intercellulargänge, wenn weiter, Luftkanäle, wenn unregelmäßig geformt, Lufthöhlen heißen. Gleichzeitig hiemit bilden sich an der Oberhaut (namentlich der Unterseite der Blätter) *Luftlöcher*, sogen. Spaltöffnungen, oft in ungeheurer Zahl (z. B. auf einer Quadratlinie des Blattes vom Sturmhut über 1000) aus, die mit den Intercellulargängen zusammenhängen und so Luft in das Innere der Pflanze gelangen lassen. — Die durch Resorption des Intercellularstoffs entstandenen Räume sind manchmal, statt von Luft, mit ätherischen Oelen, Balsamen, Harzen, also Kohlenwasserstoffverbindungen erfüllt. (Harzgänze in der Rinde der Nadelhölzer, Oelbehälter bei Lippenpflanzen ꝛc.)

369. Die zwei Hauptsysteme der Pflanze sind das *Zellgewebe-* und *Gefäßbündelsystem*; ersteres ist besonders der Ausbildung des rohen Nahrungssaftes zu Assimilations- und Sekretionsprodukten bestimmt; außerdem besitzt es wohl auch Kontraktilität, das Gefäßgewebe hat das Vermögen, die Reize fortzuleiten, und macht so die irritabeln Erscheinungen augenfälliger, am meisten bei den sogen. *Sinnpflanzen*, z. B. Mimosa pudica, wo die leichteste Berührung das Zusammenlegen der Blättchen veranlaßt, obschon auch das Winden der Stengel, Oeffnen und Schließen der Blumen, die verschiedenen Blattstellungen beim Schlafen und Wachen auf gleicher Reizbarkeit des Zellgewebes und Leitkraft der Gefäßbündel beruhen. Eben so die *spezifische Wärme* der Pflanzen, die gewöhnlich sehr unbedeutend (kaum $^1/_2{}^0$ C) doch in manchen Gattungen namentlich zur Befruchtungszeit, z. B. in den Kolben mancher Aroideen 1—25^{0}C beträgt und durch das Licht gesteigert wird. —

Digitized by Google



Beistehende Figur zeigt ein Gefäßbündel mit Prosenchym- und lockeren Zellen im Querschnitt.

b) Von den Organen.

370. Manche einfachste Pflanzen bestehen ihr ganzes Leben hindurch aus wenigen oder nur einer Zelle, die höheren Pflanzen sind bei ihrem Ursprung nur eine Zelle. Aus und mit dieser entstehen dann mehrere, und alle nur einigermaßen vollkommenen Pflanzen bestehen aus sehr zahlreichen Elementartheilen. Dieselben stellen entweder mehr eine gleichförmige Masse nur mit Andeutung von Organen, das sogen. Lager (thallus), oder wahre Organe dar, welche nach einer Linie oder Axe (meist noch mit Seitenaxen) übereinander geordnet sind. Also axenlose Pflanzen, Thallophyta (Algen, Pilze, Flechten), und Axenpflanzen, Cormophyta (Moose, Farrne, Kräuter, Sträucher, Bäume). Nur bei letzteren ist jene reizende Architektonik, jene Uebereinanderordnung der Organe in mehrere Stufen, Etagen wahrzunehmen.

371. Das Lager besteht aus meist unregelmäßigen Zellen und stellt eine Haut, Kruste oder laubartiges Gebilde dar, oder verlängert sich in Faden-, Stengel- oder strauchartige Fortsätze; zugleich ist es auf verschiedene Weise an den Boden geheftet, von Gestalt fadenförmig, einem Pulver, einer Kruste, Haut ähnlich, oder blatt- und strauchartig. Das fadenförmige Lager (z. B. der Wasserfäden, Confervaceae) wächst nur an der Spitze, alle übrigen im ganzen Umkreise. Zur Fortpflanzung dienen eigene mehr oder weniger selbstständig werdende Zellenmassen, die zu Keimkörnern, sporae, sich gestalten, welche oft in Keimbehältern, sporangiis, eingeschlossen sind.

372. Die Organe der Axenpflanzen sind: Wurzel, Stamm, Blatt, Blüthe, Frucht und Samen. Der erste polare Gegensatz der Pflanze ist der unter- und oberirdische, der Gegensatz zwischen Wurzel und Stamm, dann entsteht am oberirdischen Theil ein centroperipherischer Gegensatz: das Centrale sind Stamm und Aeste, das Peripherische das Blatt, welches anfänglich scheidenartig zusammengerollt, später zur Fläche ausgebreitet ist, und auf den verschiedenen Stufen der Pflanze sehr verschiedene Formen annimmt. Treten Blätter in bestimmten Verhältnissen mit Axenenden zusammen, so entstehen Blüthe, Frucht und Same. Alle Seitenorgane sind mit der Axe und unter sich in bestimmten arithmetischen Stellungsverhältnissen verbunden. Beifolgende schematische Figur (S. 177) zeigt, wie die einzelnen Pflanzenorgane über einander geordnet sind.

373. Die Wurzel, radix, ist gleich dem Stamm gewöhnlich verzweigt, einfach oder zusammengesetzt, meist in die Erde versenkt; seltener befindet sie sich ganz oder theilweise in der Luft oder im Wasser oder dringt in andere Pflanzen ein. Die primäre Wurzel ist die ursprüngliche Fortsetzung der Haupt-

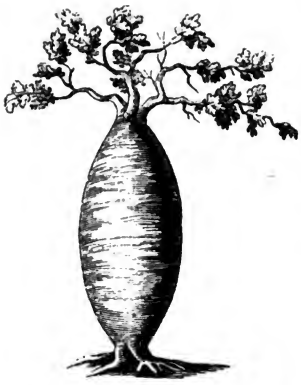
Digitized by Google

Ideale Arenpflanze mit ihren Syſtemen.

axe; die ſekundären oder Adventivwurzeln können aus allen unter- oder oberirdiſchen Theilen der Pflanze hervortreten. Die Wurzel iſt fleiſchig oder holzig, ſenkrecht oder wagrecht, einjährig (☉), zweijährig (♂) oder ausdauernd (♃). Die Wurzeläſte zeigen in Zahl und Stellung keine Geſetzmäßigkeit, und entſtehen aus ſich ſondernden Zellenmaſſen, die in Geſtalt von Wärzchen hervorbrechen; die Struktur iſt einfacher als die des Stammes und das Mark fehlt der Wurzel. Durch Schleim, Zucker, Amylon, Farbſtoffe, kräftigen Milchſaft, welche ſie enthält, wird die Wurzel oft zum Nahrungs- oder Arzneimittel. Durch ihre lockeren Faſerenden (Wurzelſchwämmchen, spongiolae) ſaugt dieſelbe die Hauptnahrung der Pflanze, kohlenſaures Waſſer und Ammoniakſalze, ſo wie verſchiedene andere Salze ein und dunſtet Kohlenſtoff und andere im Waſſer lösliche Stoffe aus. Außerdem befeſtigt die Wurzel die Pflanze mechaniſch im Boden.

374. Am **Stamme**, dem nach aufwärts ſtrebenden Theil, beſtimmt die folgenden Entwicklungsformen zu tragen und den Saft zu leiten, tritt die Neigung zur Entwicklung in **Verſchiedenheiten** viel ſtärker als in der Wurzel hervor. Gewiſſe Stammformen gleichen noch der Wurzel, ſind zum Theil noch wie jene unter der Erde verborgen. So die **Zwiebel**, bulbus, ein unterirdiſcher, ſehr verkürzter, mit Blattſcheiden oder Blattſchuppen (in deren Winkeln Brutzwiebeln entſtehen) bedeckter Stamm; der **Knollen**, tuber, ein verkürzter, unterirdiſcher Stamm ohne Blatthüllen, mit Knospen (Augen), aus welchen Triebe hervorkommen; man betrachte z. B. die Kartoffel; der **Wurzelſtock**, rhizoma, ein ausdauernder, verzweigter, wurzelähnlicher, ganz unterirdiſcher Stamm mit zahlreichen Knospen, von welchem der **Knollenſtock**, cormus, dadurch abweicht, daß er ſich ſchon theilweiſe über die Erde erhebt. Unter den vollkommneren Stammformen unterſcheidet ſich der **Mooſtengel**, surculus, durch ſeine Schwäche und den Mangel wahrer Gefäße; der den Gräſern eigene **Halm**, culmus, iſt einfach, gegliedert, von linienförmigen Blättern ſcheidenartig umgeben; der **Palmenſtamm**, cauloma, iſt geſtreckt, cylindriſch, meiſt einfach, dicht mit Blattnarben beſetzt; der (den ſogenannten

Digitized by Google



Kräutern) eigene Stengel, caulis, ist meist gestreckt walzig, krautartig, sonst in Umriß, Vertheilung seiner sekundären Axen sehr verschieden; der Holzstamm, truncus, (ħ) ist in all' seinen Theilen ausdauernd, fest, holzig und entweder baumartig, erst in einer bestimmten Höhe Aeste entwickelnd oder strauchartig, gleich von der Erde weg sich theilend. Beim hier abgebild. brasilianischen Wollbaum, Bombax, ist er bauchig verdickt.

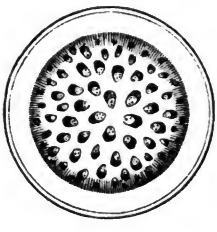
375. Alle diese Stammformen können wieder rücksichtlich ihrer Substanz, Richtung, Lage und Dauer sehr verschieden seyn; die Richtung z. B. wechselt von der am Boden kriechenden bis zu der gerade aufstrebenden, die Dauer nach der Blüthen- und Fruchtbildung. Sobald nämlich eine Axe zu dieser gelangt, so stirbt sie ab, sey sie Haupt- oder Nebenaxe. Pflanzen, bei welchen die Hauptaxe schon im ersten Jahre zum Blühen und Fruchttragen kommt, heißen einjährige (☉); solche, bei welchen der Stamm zwei oder mehrere Jahre braucht, bis er Blüthe und Frucht bringt, einmal blühende oder einmal fruchttragende und weil dieses meist im zweiten Jahre geschieht, zweijährige (☉☽) Pflanzen, die hiezu mehr als zwei Jahre brauchen, mehrjährige, ausdauernde (♃). Die Gewächse mit Holzstamm, die Bäume, überdauern zahlreiche Generationen blühender Nebenaxen. Die Größe des Stammes wechselt von $^1/_4$''' Länge (wie bei manchen Moosen) zu riesigen Dimensionen. Man kennt Eichen von 49', Linden von 82' Umfang. Ein genau gemessener Eucalyptus Vandiemenslands war 300' hoch, am Grunde 90' im Umfang, in 220' Höhe, wo der erste Ast hervorkam, noch 12' im Durchmesser dick. Pinus Douglasii wächst südlich vom Columbia 200' hoch vom Boden, ohne einen Ast abzugeben, bei 30—54' Umfang an der Wurzel; am Urupku wird sie 280' hoch. Bei dem Fluß Nerbuddah in Indien wird ein ganzer Wald von einem einzigen Banianenbaum (Ficus indica Linn.) gebildet, bestehend aus 350 großen und über 3000 kleineren Stämmen, in dessen Schatten einmal ein Truppenkorps von 7000 Mann ruhte.

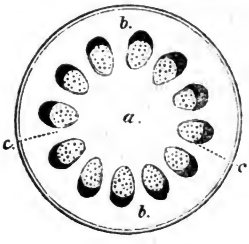
376. Die sekundären oder Nebenaxen entstehen aus Knospen, welche aus der Hauptaxe hervorbrechen, und gewöhnlich in den Blattwinkeln stehen; sie sind von verschiedener Richtung und Gestalt und entweder Blätteraxen (Aeste) oder Blüthenaxen: Blüthenstiele, Schäfte; aus beiden können wieder tertiäre, quaternäre ꝛc. Axen hervorgehen. Aus Knospen unterirdischer Stämme entwickelte Aeste heißen Stocksprossen, Ausläufer, Schößlinge. Stachel, spina, und Ranke, cirrus, sind eigenthümliche Umbildungen von Aesten.

Digitized by Google

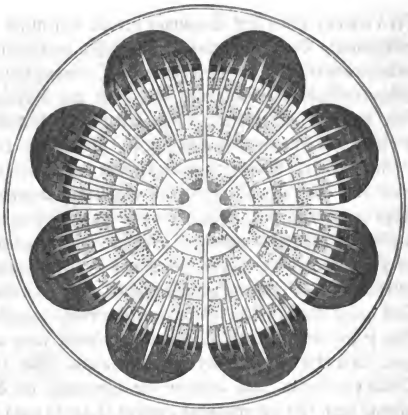
377. Der innere Bau des Stammes beruht wesentlich in der Anordnung der Gefäßbündel. Bei den Farrnstämmen stehen die Gefäße im Centrum, bei den Monokotyledoneen sind sie scheinbar ohne Ordnung zerstreut, wie man auf der Durchschnittsfläche des Stammes sieht, bei den Dikotyledoneen stehen centrale Gefäße um den aus bloßen Zellen bestehenden Markkörper und die peripherischen bilden um jene koncentrische Kreise. Bei einem dikotyledonischen Baumstamm (einer Eiche, Buche ꝛc.) unterscheidet man stets im Mittelpunkt den Markkörper, vom centralen Gefäßsystem ringförmig umgeben; den Markkörper umschließt der Holzkörper, welcher bei den Nadelhölzern nur mit Gefäßfasen, bei allen übrigen Dikotyledoneen aus Gefäßen und Prosenchymzellen gebildet ist; der Holzkörper wird wieder vom Kreis der vereinigten eigenen Gefäße, der Bastbündel- und Parenchymzellenschicht, also von Bast und Rinde umgeben. Das ganze Gefäßsystem ist vom Zellgewebe eingeschlossen; dringt dasselbe strahlig je zwischen zwei Gefäßbündel von innen nach außen, so entstehen die sogen. Markstrahlen oder Spiegelfasern. Am Holzkörper sind die inneren Theile die älteren, die äußeren die jüngeren; die Elementartheile dieser sind anfangs noch sehr dünnwandig, heißen Cambiumschicht und ihr Inhalt Cambium, Holzsaft. Die nächst innere Schicht nennt man Splint, die innerste ist der eigentliche Holzkörper; nach und nach verholzt auch Cambiumschicht und Splint. Die Rinde zerspringt, wenn sie sich nicht im Maße des Wachsthums des Holzkörpers ausdehnen kann; zur Ausfüllung der Risse entstehen eigenthümliche wuchernde Gebilde, Lenticellen, Rindenhöckerchen genannt (aus welchen Wurzelfasern hervorbrechen können, wodurch in die Erde gesteckte Zweige zu selbstständigen Pflanzen zu erwachsen vermögen) und bei allgemeiner Wucherung der Kork. Die Aeste haben stets den gleichen Bau wie der Stamm; beide sind weich und saftig, wenn das Zellgewebe-, — hart und holzig, wenn das Gefäßsystem überwiegt. — Untenfolgende Figuren zeigen im Querschnitt den Stengel einer mono- und einer dikotyledonischen Pflanze (a. Mark, b. Rinde, c. Markstrahlen) und eines fünfjährigen Baumstammes.

378. Appendikuläre Organe. Die Blätter sind vom Stamme sich ablösende fast immer flache Organe, an welchen man mehr oder minder deutlich einen untersten Theil, die Blattscheide, vagina, einen mittleren, den Blattstiel, und einen obern, die Blattscheibe, discus, unterscheiden kann. Diese





Digitized by Google



Grundform erscheint auf den verschiedenen Stufen oder Stockwerken des Pflanzenbaues in den Gestalten des Blattes schlechthin (und zwar, wieder als Niederblatt, Mittel- oder Laubblatt, Hochblatt) und des Blüthenblattes (welches wieder Kelchblatt, Blumenblatt, Staubblatt und Fruchtblatt ist). *) Beim Blatte schlechthin umschließt die Blattscheide meist den Stengel oder Ast als Röhre, oder ist mit ihm ganz oder nur theilweise verwachsen, wo dann die frei bleibenden Theile die sogen. Nebenblätter, stipulae, auch Schuppen, squamae, und Deckschuppen der Knospen, perulae bilden; der Blattstiel ist meist fadenförmig; die Scheibe, der wichtigste Theil, besteht aus den zu einem Netz aus einander tretenden Gefäßen und die Maschen des Netzes ausfüllendem Zellgewebe. Die Art der Vertheilung der Gefäße bestimmt den Umriß des Blattes; dieses wird ganz oder getheilt seyn, je nachdem das Zellgewebe die Gefäßverzweigungen vollständig verbindet, wie bei den ganzen Blättern, oder theilweise isolirt läßt, wie bei den getheilten, z. B. bei den hand- und fußförmigen, gelappten, gespaltenen, zerschnittenen. Bei den Blättern der Monokotyledoneen (man betrachte z. B. ein Tulpen- oder Grasblatt) trennen sich alle Gefäßbündel beim Eintritt in die Scheibe von einander und laufen dann konvergirend nach der Spitze, bei den Blättern der Dikotyledoneen (z. B. denen des Rosenstrauchs, der Bohne, des Kirschbaumes) läuft ein Theil der Gefäßbündel als Mittelnerv zur Spitze, der andere, sich unter spitzem Winkel von ihm trennende zum Rand.

379. Bei den getheilten Blättern hängen immer noch die Theile zusammen, und sie sind deßhalb auch einfache Blätter; stehen aber ganz gesonderte Blätter, hier Blättchen, foliola genannt, mittelst eigener Stielchen an einem gemeinschaftlichen Blattstiele, so entstehen die zusammengesetzten Blätter, die wieder mit mancherlei Modifikationen einfach, doppelt oder mehrfach zusam-

*) Vergl. die Figur auf S. 177.

Digitized by Google

mengesetzt seyn können. Sehr häufig sind die Nieder-, Mittel- und Hochblätter einer Pflanze verschieden groß und gestaltet; oft die Niederblätter am größten; die Hochblätter am kleinsten, letztere manchmal anders als grün gefärbt. Auch nach der Gestaltung seiner Oberfläche, der Behaarung, der Art der Verwachsung des Scheibentheils mit der Axe (wodurch die herablaufenden und durchwachsenen Blätter entstehen), so wie durch Verwachsung unter sich, wenn sie sich gegenüber stehen, entwickeln diese Organe große Verschiedenheiten; manchmal erscheinen sie fleischig oder in Form von Ranken, oder von Stacheln, oder stellen gar (wie bei den merkwürdigen Nepenthes) einen Schlauch oder (wie bei Utricularia) eine Blase dar.

380. Die mannigfache Stellung der Blätter richtet sich stets nach bestimmten Zahlenverhältnissen. Nach ihrem Orte sind die Blätter Wurzelblätter (aus einem unterirdischen Stamm, scheinbar der Wurzel kommend) oder Stengelblätter; auch die Richtung und das Verhältniß zur Axe ist verschieden; ferner sind sie entfernt, genähert, gedrängt; wechselständig, zerstreut, gegenständig, quirlig. Betrachtet man das ganze Blättersystem einer Pflanze genauer, so bemerkt man bald, daß es in mehr oder minder deutlichen Spiralen angeordnet ist und in einzelne Gruppen zusammengehörender Blätter zerfällt, welche Wirbel, cycli, heißen. Ein solcher Wirbel besteht aus nur 2 Elementen (Blättern) oder aus 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144 oder noch mehr; man sieht, daß die Zahl eines folgenden Wirbels immer aus der Summe der zwei nächst vorausgehenden besteht. Der horizontale Abstand der Blätter eines und desselben Cyclus heißt Divergenzwinkel; bilden z. B. drei Blätter einen Umgang um die Axe, so wird ihr Divergenzwinkel der dritte Theil eines Kreises, also 120° seyn, bei vieren 90°, bei zweien 180° ꝛc. Oft macht aber eine Gruppe zusammengehörender Blätter zwei oder mehrere Umgänge um die Axe, d. h. wenn man beim Ursprungspunkt des untersten Blattes eines Wirbels (dem sogen. Cyklarblatt) anfängt und zu dem obersten (dem sogen. Cyklurblatt) fortschreitet, so kommt man hiebei zwei- oder mehrmal um die Axe herum, an welcher die Blätter aufgereiht sind, z. B. beim fünfgliedrigen Wirbel zweimal, wornach also der Divergenzwinkel $= 360 \times 2 = 720 \,.\, 5 = 144°$ seyn wird. Zwei aufeinanderfolgende Wirbel stehen nicht so, daß das Anfangsblatt des zweiten gerade über das Anfangsblatt des ersten zu stehen käme, sondern jeder folgende Wirbel geht um einen Schritt, nämlich um einen bestimmten Winkel weiter, welchen Zusatz man Prosenthese nennt. — Die Blattstellung an den sekundären Axen kann zu der an der primären homodromisch, gleichlaufig, oder heterodromisch, ungleichlaufig seyn, je nachdem die Spirale sich in der gleichen oder entgegengesetzten Richtung herumwindet.

381. Die meisten Blätter sind hautartig oder krautig, seltener durchscheinend, lederartig, nadelförmig, fleischig, saftig, röhrig, fächerig. Die mittlere Blattschicht, das sogen. Diachym, zwischen einer obern und untern Epidermis (Oberhäutchen) eingeschlossen, enthält vorzüglich Chlorophyll, oft auch Oel- und Milchbehälter, Harzgänge, Drüsen. Im Blatte setzt die Natur die möglichst größte Menge von Pflanzensubstanz der Einwirkung der Atmo-

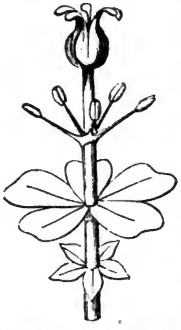
Digitized by Google

sphäre aus, damit der rohe Nahrungssaft in höhere Bildungen umgewandelt werde. Im Dunkeln nehmen die Blätter beständig Sauerstoff auf und hauchen Kohlensäure aus, im Lichte zersetzen sie die aufgenommene Kohlensäure, hauchen den Sauerstoff aus und behalten die Kohle als Nahrung zurück; zugleich nehmen sie auch Stickstoff, gewöhnlich als Ammoniak auf. Die Blätter sind aber auch ausscheidende Organe, durch welche sich die Pflanze verschiedener Stoffe (auch des Wassers in Dunstform) entledigt: sie verhalten sich also *assimilirend*, *respiratorisch* und *transpiratorisch*. — Bei ihrem Ursprung in den Knospen (in welchen die Blätter sehr verschiedene Lage haben) stellen sie kleine parenchymatische Seitenfortsätze der Axe dar. Hinsichtlich der Lebensdauer sind sie hinfällig (nur sehr kurze Zeit dauernd), jährlich abfallend, zweijährig, ausdauernd. Die namentlich in wärmeren Ländern zahlreichen *immergrünen* Pflanzen sind solche mit zweijährigen oder ausdauernden Blättern.

382. *Knospen*, gemmae, sind die Erstlingsbildungen neuer Axenglieder und neuer Seitenaxen an der Spitze der Stämme oder Aeste und in den Blattwinkeln, in welch letzterem Falle ihre Anordnung mit der der Blätter übereinstimmt. Eine Knospe besteht aus dem sehr verkürzten Axentheil oder *Knospenkern* und einer Anzahl um diesen gereihter appendikulärer Organe, nämlich Knospenschuppen und Blättern. Jeder Theil der Pflanzenaxe, unter manchen Umständen auch die Wurzel, erzeugen Knospen; außer Stamm- und Astknospen unterscheidet man namentlich die Stockknospen: Endknospen unterirdischer Aeste. Die Knospen haben keine so gesetzmäßige Anordnung wie die Blätter; sie entstehen zwar häufig in deren Winkeln, aber auch sonst an den verschiedensten, oft ungewöhnlichen Orten, nur nicht in den höchsten Regionen (so daß der Name Blüthenknospe zu verwerfen ist). Manche Knospen entwickeln sich ohne Unterbrechung, so die an den Bäumen warmer Länder und an unsern Kräutern, andere, wie die unserer Bäume, machen eine Pause, haben ein Ruhestadium (während des Winters); letztere sind mit *Knospendecken* versehen. Indem sich die Knospe zum Trieb oder Sproß entfaltet, sind an der Spitze ihrer Axe und in den Winkeln ihrer Blätter schon wieder Knospen zweiter Ordnung vorhanden, von denen jede die Anlage besitzt, Knospen dritter und folgender Ordnungen hervorzubringen, die allmälig zur Entwicklung gelangen, wodurch also z. B. ein Baum sich vergrößert und verjüngt, so daß er als ein auseinander entwickeltes System von einzelnen Pflanzenbildungen anzusehen ist, deren früheste noch bei der Entstehung der spätesten vorhanden sind. Manche Knospen können sich aber ablösen und ein selbstständiges Leben eingehen, also das Entstehen neuer Pflanzen veranlassen. — *Laubknospen* sind die, welche sich zu beblätterten Axen entwickeln (die Blätter können wieder Nieder-, Mittel- oder Laub- und Hochblätter seyn), *gemischte Knospen* enthalten zugleich Blätter und Blüthen, *Zwiebelknospen* lösen sich von der Mutterpflanze ab und gehen ein selbstständiges Leben ein; eine Modifikation derselben findet sich auch bei den Moosen. Durch die im Pflanzenreiche so allgemein verbreitete *Sprossenbildung* ist eine mächtige Garantie für die *Erhaltung* der *Spezies* gegeben.

Digitized by Google

383. Die Blüthe, flos, entsteht, indem appendikuläre Organe (also Blätter im weitesten Sinn) mit Axentheilen Verbindungen eingehen und hierdurch zusammengesetzte Organe darstellen, welche wieder aus ihrem inneren Gewebe zur Fortpflanzung der Art dienende Zellen aussondern. Die Blüthe ist also Geschlechts- und Fortpflanzungsapparat; die appendikulären Organe stellen mehrere in Bau und Verrichtung verschiedene Wirbel um die Axe dar, welche wegen der außerordentlichen Verkürzung der Axe mehr oder weniger in der gleichen Ebene zu liegen scheinen; der Axentheil geht keine weitere Entwicklung ein. Bei vielen Pflanzen gelangt die erste Axe nie zur Blüthe, sondern nur zu Blättern (beim Maiglöckchen z. B. zum Nieder- und Mittelblatt) und erst eine zweite, dritte, vierte, ja fünfte Axe trägt Blüthen (beim Maiglöckchen, Convallaria majalis, die zweite Axe, welche gleich mit dem Hochblatt beginnt). — Die Pflanzen mit deutlicher Blüthe, welche die große, vorzugsweise in die Augen fallende Masse der Pflanzenwelt darstellen, nennt man Phanerogamen, die mit bloßer Andeutung einer Blüthe (Farrn, Moose) Kryptogamen, jene ohne solche (Flechten, Pilze, Algen) Agamen; häufig versteht man auch unter Kryptogamen beide letztere zusammen. Bei Phanerogamen und Kryptogamen (im angegebenen Sinn) findet man Eierstöcke, ovaria, als wesentlichste weibliche Organe, dort die Eichen, ovula. hier die Keimkörner, sporae, erzeugend. — Die männlichen Organe der Phanerogamen sind die Staubgefäße, stamina, in welchen der den Befruchtungsstoff einschließende Blüthenstaub, pollen, gebildet wird, durch dessen Einwirkung in den Eichen der Keim, embryo, die Anlage der künftigen Pflanze, entsteht. Bei den Kryptogamen finden sich die den Staubgefäßen ähnlichen Befruchtungsfäden, antheridia, bei den Agamen findet keine Befruchtung wie bei den höheren Pflanzen statt. — Denkt man sich die Axentheile zwischen den einzelnen Cyklen der Blüthe verlängert, so würden sie die hier abgebildete Gestalt haben.



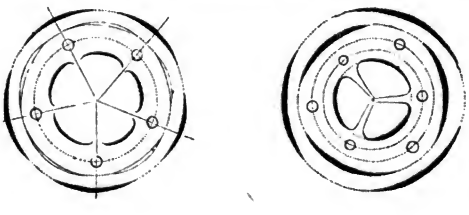
384. Blüthen, welche bloß die wesentlichsten Theile, nämlich die den Eierstock enthaltenden Stempel und Staubgefäße haben, nennt man unvollständige, solche, bei welchen auch umhüllende Organe vorhanden sind, vollständige. Unfruchtbare Blüthen sind die mit verkümmerten Fortpflanzungswerkzeugen. Blüthen, welche nur ein Fortpflanzungsorgan enthalten, nennt man eingeschlechtige, die mit beiden Zwitterblüthen. Stehen die eingeschlechtigen Blüthen auf demselben Stamm, hier männliche, an anderen Stellen weibliche (wie z. B. bei der Haselstaude), so nennt man die Pflanze einhäusig, monöcisch, wenn auf zwei verschiedenen Stämmen (Weide ꝛc.), zweihäusig, diöcisch; Pflanzen mit ein- und doppeltgeschlechtigen Blüthen heißen vielehig, polygamisch.

385. Die Theile der Blüthe sind an einem Axenende aufgereiht, welches

Digitized by Google

man Blüthenboden, torus, thalamus etc. nennt. Derselbe hat sehr verschiedene Gestalt und läßt oft verschiedene Regionen, Stufen erkennen. Dem Begriff nach sind immer die Decken- und Staubblattwirbel untere, Fruchtblatt- oder Stempelwirbel obere Regionen, — weil aber die peripherischen Theile des Blüthenbodens oft über die centralen, welche die Fruchtblätter tragen, sich erheben, kommen die Decken- und Staubblattwirbel dem Ansehen nach über die Fruchtblätter zu stehen; die Blüthe heißt dann oberständig, im Gegenfall unterständig. Die Decke geht in ihrer Ausbildung der des Stammes und der Blätter parallel und besteht gewöhnlich aus mehreren Blättern, Elementen, die einen oder mehrere Wirbel darstellen. Sind diese Wirbel gleich oder ähnlich gebildet, wie z. B. bei der Schwertlilie, Tulpe, so heißt die Decke einfach, Blüthenhülle, perigonium; entfernen sich die höheren oder inneren Wirbel in ihrer Beschaffenheit bedeutend von den äußeren, so heißen diese Kelch, calyx, die inneren Krone, corolla, und die Decke überhaupt doppelt. Die Elemente des Perigons nennt man Perigonialblättchen, die des Kelches Kelchblättchen, sepala, die der Krone Blumenblättchen, petala, beide können wie die des Perigons auf vielfache Weise verbunden, verwachsen seyn, wodurch sogen. einblättrige Kelche, Kronen, Perigone entstehen.

386. Die Stellungsgesetze der Deckenelemente sind die gleichen, wie für die Laubblätter, — nur erhebt sich wegen der außerordentlichen Verkürzung der Axentheile der Blüthe die Spirale sehr wenig, — manchmal scheinen nicht nur die Decken-, sondern auch die Fortpflanzungswirbel in gleicher Ebene zu stehen. Am häufigsten kommen in der Natur die $^1/_2$, $^1/_3$ (besonders bei Monokotyledoneen, z. B. Liliengewächsen, Palmen) und $^2/_5$ Stellung (bei Dikotyledoneen, z. B. der Rose, dem Hahnenfuß) mit $^1/_2$ Prosenthese vor. Das Perigon der Monokotyledoneen besteht gewöhnlich aus zwei gleichgliedrigen Wirbeln von $^1/_3$ Divergenz, ist also sechsblättrig. Bei den Dikotyledoneen sind Kelch und Kronen häufig einwirbelig und gleichgliedrig, mit $^2/_5$ Divergenz, weßhalb hier so oft ein fünfblättriger Kelch und fünfblättrige Krone vorkommt. Bei Blüthen mit sechsgliedrigem, aus zwei dreigliedrigen Wirbeln bestehendem Kelch von $^1/_3$ Divergenz und $^1/_2$ Prosenthese und eben solcher Krone fällt der untere Wirbel der Krone, mit dem unteren Kelchwirbel, der obere Wirbel der Krone mit dem obern Kelchwirbel zusammen. Man betrachte z. B. die Blüthe des Sauerdorns, Berberis vulgaris. Es findet sich hier eine fünfgliedrige und eine dreigliedrige Blüthe abgebildet. — Oft wird die Krone von zahlreichen Wirbeln, der



Digitized by Google

Kelch nur von einem einzigen gebildet. Sind alle Elemente desselben Wirbels gleich gebildet, und zu gleicher Höhe entwickelt, so heißt die Decke regelmäßig (Kirschblüthe, Glockenblume ꝛc.), sind einige anders als die übrigen beschaffen, unregelmäßig (z. B. beim Löwenmaul). Sind die verschiedenen Wirbel einer Decke gleich, so heißt sie selbst gleich, im Gegentheil ungleich; dieß gilt sowohl für das Perigon als die doppelte Blüthendecke. Das Perigon ist bald mehr kelch- bald mehr kronenartig; eigenthümlich gestaltet es sich bei Orchideen, Gräsern und Moosen.

387. Bei der doppelten Decke bilden also der äußerste oder die äußersten Blattkreise den Kelch, dessen Elemente von denen der Blume meist durch grüne Färbung und derbere Beschaffenheit abweichen. Stellen mehrere ungleichgliederige Wirbel den Kelch dar, so erhalten die äußeren oft besondere Namen (exanthium, involucrum commune). An den Elementen des Kelches ist besonders der Scheidentheil des Blattes entwickelt, sie können frei oder verwachsen seyn und oft erkennt man aus der Zahl der Spitzen oder Zähne des Kelchsaumes, wie viel Elemente zum Kelche verschmolzen sind. Der Kelch kann von sehr verschiedener Form und im Allgemeinen regel- oder unregelmäßig seyn. Manchmal überdauert er die übrigen Blüthentheile und geht mit in die Fruchtbildung ein; die sogen. Federkrone, pappus, der Synanthereen (z. B. der Habichtskräuter, des Kreuzkrautes, Löwenzahnes, wo sie die Kinder gerne auseinanderblasen) ist ein merkwürdiges Beispiel, welche verschiedenen Formen ein Organ in verschiedenen Stadien seiner Entwickelung annehmen kann, denn sie ist ein metamorphosirter, die Frucht krönender Kelch, von dessen Blättern nur das farblose Skelet übrig geblieben ist.

388. Die Elemente der Blumenkrone sind nie wahrhaft grün, sondern anders gefärbt, oft mehrfarbig, von zarter Textur, eigenthümlicher Gefäßvertheilung, ohne Oberhaut und Luftlöcher, aber mit verschiedenen Absonderungsbehältern, Drüsen, Warzen ꝛc. Bei ihnen ist bald der Scheiden- bald der Scheibentheil des Blattes besonders entwickelt; in gewissen Fällen sind sie theilweise mit dem Blüthenboden oder den Staubgefäßen verwachsen. Ist die Krone mehrwirbelig, so sind ihre Wirbel meist gleichgliederig, durch eine Prosenthese von ½ geschieden. Die Krone ist ferner verwachsen- oder freiblätterig (wie man dann auch sagt, ein- oder mehrblättrig); die einzelnen Elemente haben sehr verschiedene Form und Beschaffenheit; die röhrenförmigen Blumenblätter enthalten häufig Honigdrüsen. Eine regelmäßige oder unregelmäßige Krone kann mit einem Kelch von gleicher oder entgegengesetzter Art verbunden seyn; die Unregelmäßigkeit freiblätteriger Kronen wird noch größer, wenn ihre einzelnen ungleichen Elemente theilweise verwachsen, theilweise frei bleiben, wo dann jene eigenthümlichen Formen der Schmetterlingsblumen (bei Bohnen, Wicken, Erbsen, Robinien) der erdrauchartigen, der lippenartigen, der Sturmhutkrone entstehen. Verwachsenblätterige Kronen können regelmäßig seyn, wie z. B. bei der Glockenblume, oder unregelmäßig durch ungleiche Größe und Bildung, sowie durch ungleiche Verwachsung ihrer Elemente; so die rachenförmige, maskirte, zungenförmige Krone der Lippenblumen, Löwenmäuler, Synanthereen

Digitized by Google

(Aſtern, Sonnenblumen, Dahlien ꝛc.); durch Verkümmerung oder Fehlen von Elementen entſtehen unvollkommene und unvollſtändige Kronen. Die Krone iſt meiſt flüchtiger als der Kelch und geht nie in die Fruchtbildung ein. — Kelch- und Blummenblätter ſind gleich den Laubblättern anfänglich kleine ſeitliche Fortſätze der ganz verkürzten Axe; ihre Beſtimmung iſt, die weſentlichen Blüthentheile zu ſchützen; die Kelchblätter haben überdieß die Funktion der Laubblätter, die Kronblätter ſondern ätheriſche Oele, harzige Stoffe und Traubenzucker ab. Namentlich in der Krone entwickelt die Pflanzenwelt eine reizende Mannigfaltigkeit; ſie iſt der äſthetiſch bedeutendſte Theil der Blüthe.

389. Die Staubblätter, Staubgefäße, stamina, weichen in Form und Bau am meiſten von den Laubblättern ab, und bilden zuſammen das Befruchtungsorgan, androecium, pollinarium. Der Scheiden- und Blattſtieltheil bilden den Träger oder Staubfaden, filamentum, der Scheibentheil den Staubbeutel, anthera. Im Diachym des Letzteren geht eine beſondere Zellenbildung vor ſich, deren Ergebniß der Blüthenſtaub iſt. Der Staubbeutel wird in ſeiner Form beſonders durch eine Scheidewand beſtimmt, welche Konnektiv oder Band genannt wird; dieſelbe trennt ihn zunächſt in zwei Säcke, und jeder von dieſen wird oft noch durch eine zweite Scheidewand in zwei Abtheilungen geſondert, wo dann vier Fächer entſtehen. Artikulirt der Staubfaden mit dem Konnektiv, ſo kann der Staubbeutel auf jenem beweglich ſpielen. Die Staubblätter entſpringen aus einer über den Decken liegenden Region der Blüthenaxe; nur ſehr ſelten iſt ein einziges Stauborgan, gewöhnlich ſind ein oder mehrere Wirbel von ſolchen vorhanden, die manchmal noch ſpiralige Uebereinanderſtellung erkennen laſſen. Häufiger ſind dieſe Wirbel unter ſich und mit dem nächſten Deckenwirbel gleichgliederig, — ſeltener ungleichgliederig, — und befolgen dieſelben Zahlen- und Stellungsverhältniſſe; wie die gleichgliederigen Decken. Deßhalb iſt die Zahl der Staubgefäße oft 2, 3, 5 oder bei mehreren Wirbeln deren Multiplum 2×3, 3×2, 5×2, 5×4 ꝛc. In manchen Pflanzen iſt ein und das andere Staubgefäß eines Wirbels, (bei den Lippenpflanzen und Perſonaten das Cyklarblatt, ſo daß ſie ſtatt fünf nur vier Staubgefäße haben, oder nur zwei, wenn auch das zweite und fünfte Staubblatt verkümmert ſind), oder es ſind ganze Wirbel unterdrückt, wie bei Primulaceen, Coniferen. (Die ſogen. Peloriен ſind endſtändige Blüthen der Lippenpflanzen und Perſonaten, welche zur Regelmäßigkeit der Decke und vollſtändigen Ausbildung aller fünf Stauborgane gelangt ſind). Wenn das Stauborgan zur Decke ungleichgliederig iſt, ſo findet dieſes faſt immer durch Eintreten eines höheren Stellungsverhältniſſes ſtatt (man vergl. die §. 380 angeführte Zahlenreihe). So hat in der Blüthe des Ahorns der Kelch ein Stellungsverhältniß von $^2/_5$, die Krone von $^2/_5$, das Stauborgan $^3/_8$, beim Hahnenfuß Kelch $^2/_5$, Krone $^2/_5$, Stauborgan $^8/_{21}$ ꝛc.

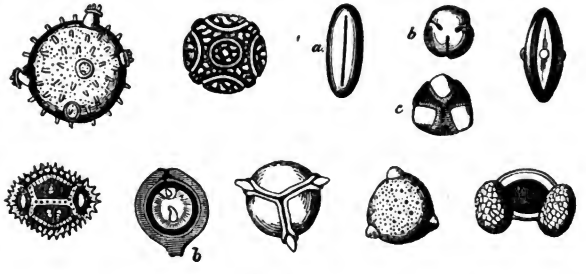
390. Die Staubblätter bleiben entweder frei oder verbinden ſich ſpäter mit einander am Grunde zu einem Ring oder an den Fäden zu einer Röhre oder Säule (ſo wie bei Malven, Geranien) oder zu mehreren Körpern (den Schmetterlingsblüthigen, dem Johanniskraut), oder die Staubbeutel verwachſen zu einem Körper (Synanthereen). Ferner verwachſen die Staubblätter

Digitized by Google

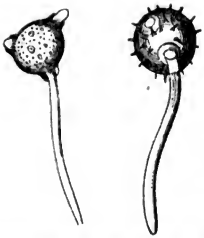
oft mit dem Perigon oder der Krone, nur sehr selten mit den Fruchtblättern zu einer sogen. Befruchtungssäule (Orchideen, Aristolochien). Das Stauborgan kann wieder regel- oder unregelmäßig, in seinen Wirbeln gleich oder ungleich, vollständig, unvollständig seyn. Im ersten Anfang gleichen die Staubblätter im innern Bau anderen Blättern und stellen ebenso kleine Seitenfortsätze eines Axentheils dar; die späteren Veränderungen sind besonders im Diachym bedeutend; statt des Chlorophylls sind gewöhnlich andere Farbstoffe vorhanden. Sind die Pollenzellen im Beutel reif, so springen diese in bestimmter Art auf und entleeren den Pollen, welcher Akt Verstäubung heißt. Nach derselben tritt Verschrumpfung oder Abfallen des Staubborgans ein.

391. Die weichen eigenthümlich geformten Zellen (Colenchymzellen) im Diachym des Staubblattes sind Grundlage des Blüthenstaubes. Aus dem körnigen Schleim in jeder Colenchymzelle entsteht, unter Auflösung der alten, sehr früh eine neue Zelle und in jeder von diesen abermal 3—4 neue Zellen, wobei wieder die Mutterzelle aufgelöst wird; diese zweite Generation neuer Zellen werden nun zu den Körnchen des Blüthenstaubes oder Pollenzellen, welche in verschiedenen Pflanzen in Form verschieden, meist kuglig oder ellipsoidisch, seltener polyedrisch, und linsenförmig, von Farbe meist gelb, seltener blau, roth, violett, graulich, grünlich sind. Die Pollenzellen bestehen aus einer primären Zellwand, welche sehr zart, farblos, rings geschlossen, ungemein hygroskopisch, daher bei Zutreten der Feuchtigkeit allseitig ausdehnsam ist und den befruchtenden Inhalt, fovilla, umschließt, welcher chemisch aus Schleim, Oel und Amylon besteht, mikroskopisch ungemein kleine, in Flüssigkeit schwimmende, molekularisch bewegte Körnchen erkennen läßt. Fast immer sondert diese primäre Zellwand außen eine derbe, wachsartige, wie gesagt, verschieden gefärbte, oft mit Vorragungen besetzte, fast immer mit verdünnten Stellen (scheinbaren Poren) versehene Schale ab. Bei Orchideen, Asklepiadeen ꝛc. sind die Pollenkörnchen in eigenthümlich gestaltete Massen vereinigt. — Untenstehende Figuren zeigen verschiedene Pollenformen, die beiden letzten mit Schläuchen.

392. Den innersten Cyklus der Blüthentheile bildet das Fruchtorgan, gynaecium, bestehend aus dem Stempel, pistillum, und den von ihm eingeschlossenen Eichen, ovulis. Beide sind eigenthümlich modifizirte Axenenden;



Digitized by Google



die Eichen verhalten sich zum Stempel als Nebenaxen. Das Ende der Blüthenaxe oder aus dieser entspringende sekundäre Axen, welche sich zu den Eichen als Hauptaxen verhalten, heißen auch Ei- oder Knospenpolster, placenta, stroma, trophospermium. Die Eichen-tragenden Axenenden sind meist von einem aus appendikulären Organen, den Fruchtblättern, carpophyllis, gebildeten Gehäuse umgeben und erfahren während der Entwicklung zur Frucht ungemeine Veränderungen. Die fast immer mit Nebenaxen versehene Fruchtaxe schließt die Blüthenaxe mit absoluter Nothwendigkeit; die Fruchtblätter sind an ihr regelmäßig geordnet, und stellen meist einen ganzen, manchmal sogar mehrere Blattwirbel dar, der öfter zu den vorausgehenden Blüthenwirbeln ungleich- und wenigergliederig, viel seltener gleich- und mehrgliederig ist. So ist bei den Liliengewächsen das Perigon = $^1/_3 + ^1/_3$, Staubblätter $^1/_3 + ^1/_3$, Fruchtblätter $^1/_3$, bei den Storchschnabelartigen Kelch $^2/_5$, Krone $^2/_5$, Staubblätter $^2/_5 + ^2/_5$, Fruchtblätter $^2/_5$, bei den Nachtschattenartigen Kelch, Krone und Staubblätter $^2/_5$, Fruchtblätter $^1/_2$, beim Hahnenfuß Kelch und Krone $^2/_5$, Staubblätter $^8/_{21}$, Fruchtblätter $^5/_{13}$.

393. Die Fruchtblätter nähern sich wieder ein wenig der Beschaffenheit des Laubblattes; sie sind fast immer zusammengerollt, stellen durch Verwachsung ihrer Ränder geschlossene Behälter dar, und bestehen größtentheils aus Zellen, nur in den Axentheilen, die den Stempel mitbilden, finden sich auch Gefäße. Die Fruchtaxe ist nur sehr selten einfach, wo dann ihr Ende sich zu einem einzigen Eichen gestaltet; gewöhnlich ist sie einfach oder doppelt verzweigt, trägt demnach Nebenaxen erster oder solche erster und zweiter Ordnung, deren besonders metamorphosirte Enden die Eichen sind. Axen, die sich zu den Eichen als unmittelbare Hauptaxen verhalten, heißen Knospenpolster; sie und die Fruchtblätter stellen den oder die Stempel, pistilla, dar; dessen Theile sind anfangs vollkommen gesondert; etwaige Verwachsungen treten erst später ein. Das ganze Fruchtorgan kann wieder vollkommen, vollständig, vollzählig oder das Gegentheil seyn. Der unterste, dickere Theil des Stempels, welcher in seiner Höhlung die Eichen einschließt, heißt Fruchtknoten, ovarium, germen; auf ihm erhebt sich, hervorgehend aus der zusammengerollten Spitze des Fruchtblattes, als stielförmige (bisweilen kaum wahrnehmbare) Verlängerung der Griffel, stylus, der an der Spitze einen Sekretionsapparat, die Narbe, stigma, trägt. Der Fruchtknoten ist aus einem oder mehreren fast immer verwachsenen Blättern gebildet, einfächerig oder mehrfächerig, in äußerer Form verschieden. Die Griffel eines mehrblätterigen Fruchtknotens sind entweder getrennt oder verbunden, nie seitenständig (wie manche einblätterige Griffel), sondern stets endständig. Gestalt, Länge, Bekleidung, Richtung des Griffels wechseln sehr; innen ist er von dem sehr feinen, nach oben offenen Griffelkanal durchzogen, dessen Wand von lockeren warzenartigen Zellen (dem sogen. leitenden Zellgewebe) bekleidet ist, die sich über die Oeffnung des Kanals fortsetzen und um

Digitized by Google

dieſelbe die Narbe bilden, die endſtändig, ſeitenſtändig, querliegend, von Form ſehr verſchieden ſeyn kann und zur Aufnahme der Pollenkörner beſtimmt iſt.

394. Die Eichen, ovula, (unrichtig Samenknospen genannt) ſind Axenenden ohne appendikuläre Organe und mit eigenthümlichen Veränderungen. Anfänglich erſcheinen ſie nur als kleine parenchymatiſche Wärzchen des Knospenpolſters, die dann zapfenförmig werdend bald in einen Fadentheil, funiculus, und einen (oft von häutigen Scheiden umgebenen) Kern, nucleus, zerfallen; der Faden fehlt bisweilen, der Kern nie; die Gegend, wo der Kern in den Faden übergeht, heißt Hagelfleck, chalaza. Selten iſt der Kern ohne Hülle, öfter durch Faltung von einer, am öfteſten von zwei ſcheidenförmigen Hüllen oder Decken überzogen, die oben eine Oeffnung, den Eimund, micropyle, laſſen. Die Eichen zeigen ſehr verſchiedene Geſtalt, je nachdem die Linie vom Faden bis zum Eimund eine gerade oder gebogene, das Wachsthum der beiden Seiten des Eichens gleich oder ungleich, der Kern ſelbſt gerade oder gefüllt, gebogen, der Faden mit dem Kern verwachſen oder von ſelbem frei iſt ꝛc. Im Kern bildet ſich ſchon vor der Befruchtung eine Zelle ſo übermäßig aus, daß ſie faſt alle übrigen reſorbirt; man nennt ſie Keimſack, sacculus embryonalis, weil in ihr der Embryo entſteht. Die hauptſächlich vom Bau der Eipolſter abhängige Zahl der Eichen wird häufig durch zufällige Bildungshemmungen verringert.

395. Die Frucht iſt die Geſammtheit der Blüthentheile in Form und Zuſtand zur Zeit der vollſtändigen Ausbildung des Keimes. Sie beſteht entweder nur aus der veränderten Fruchtanlage, wobei der Stempel das Samengehäuſe, spermotheca, die Eichen die Samen darſtellen, oder aus dieſen und noch anderen mit ihnen verbundenen Blüthentheilen, namentlich den Decken, die zur Fruchtdecke, pericarpium, und den Deckblättern, die zur Fruchthülle werden. Fruchtdecke und Fruchthülle beſtimmen vorzugsweiſe Anſehen und Beſchaffenheit der Frucht. Der Fruchtknoten oder Eierſtock bildet ſtets den Haupttheil des Samengehäuſes, zu welchem der Griffel nur ſelten beiträgt. Die Veränderungen des Fruchtknotens bei der Fruchtbildung beſtehen einmal in beträchtlicher, oft ungeheurer Vergrößerung aller Theile (man denke an die gewaltigen Früchte vieler Kürbisgewächſe, Palmen ꝛc.), dann in eigenthümlicher Bildung und Lagerung der Zellenmaſſen, wobei das Gewebe trocken, häutig, fleiſchig, holzig wird. Die hauptſächlichſten Veränderungen geſchehen im Diachym (der Mittelſchicht) der Fruchtblätter; die äußere und innere Epidermis werden zu äußerer und innerer Fruchthaut; erſtere hat Luftlöcher. Die Knospenpolſter werden zu Samenpolſtern und hiebei oft fleiſchig, ſchwammig, lederig, korkig. Die Veränderungen der Fruchthülle erfolgen in allen Schichten gleichmäßig oder verſchieden, wie z. B. bei den Pflaumenfrüchten die inneren Schichten zu einer Holzkapſel um den Kern, die äußeren zu Fruchtfleiſch werden ꝛc. Ferner findet manchmal ungleiches Wachsthum der Theile der Fruchtanlage ſtatt und es gehen um die Reifezeit Trennungen vor ſich. Einzelne Fruchtblätter oder die Eichen eines Faches hindern durch raſches Wachsthum die Ausbildung der anderen, ſo daß urſprünglich mehrfächerige Fruchtgehäuſe

Digitized by Google

am Ende einfächerig werden, statt mehrerer Samen wenige oder nur einer sich entwickeln; das Samengehäuse enthält einen, mehrere, oft sehr zahlreiche Samen; die Fruchtdecke geht meist aus dem Kelch hervor und heißt wohl auch Fruchtkrone, wenn sie über dem Gehäuse steht; Gehäuse ohne Fruchtdecken heißen nackte, solche mit diesen bedeckte Früchte; Gehäuse mit Fruchthülle nennt man eingehüllte Früchte. Es gibt Fälle, wo sogar die Blüthenstiele mit in die Fruchtbildung eingehen, und andere, wo dicht gehäufte Früchte zu einer Sammelfrucht verwachsen.

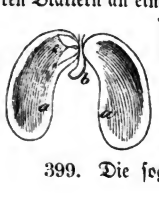
386. Die Fruchtformen überhaupt theilt man in einfache, zusammengesetzte und Sammelfrüchte. Zu den einfachen gehören: 1) die nußartigen, deren trocken und hart gewordenes Diachym gewöhnlich nicht aufspringt, mit ihren Unterarten: der Kornfrucht, caryopsis, z. B. der Getreidearten, der eigentlichen Nuß, nux, z. B. des Wallnußbaumes, der Flügelfrucht samara, der Ulmen, Ahorne, der Schließfrucht, achaenium, z. B. bei den Synanthereen (wovon wieder die Eichel und die Doppelachäne oder Spaltfrucht der Doldenpflanzen Modifikationen sind). 2) Die beerenartigen Früchte, fr. baccati, haben ein fleischiges und saftreiches Diachym, welches bei der Reife nicht aufspringt. Man unterscheidet ober- und unterständige Beere; zu letzterer gehört die Kürbisfrucht, peponida; die Pomeranzenfrucht, aurantium, ist eine beschalte, oberständige, vielfächerige, mit Fruchtbrei erfüllte Beere. 3) Das Samengehäuse der pflaumenartigen oder Steinfrüchte, fr. drupacei, wird von einem äußern fleischigen und innern harten Theil gebildet. 4) Die kapselartigen Früchte, fr. capsulares. haben meist ein trockenes Parenchym und springen bei der Reife auf; ihr Gehäuse ist ein- oder mehrblätterig. Arten sind die Balgfrucht, folliculus, Hülse, legumen, der Bohnen, des Johannisbrods, Goldregens ꝛc., die Schlauchfrucht, folliculus, die Schotenfrucht der Kreuzblüthigen, z. B. des Kohls, Senfs, des Hirtentäschchens. 5) Die Apfelfrucht, pomum, besteht aus einem kapsel- oder nußartigen, pergament- oder knorpelartigen Blattgehäuse, welches die Samen enthält und selbst umschlossen wird von einer mit ihm verwachsenen fleischig werdenden Scheibe. — Die mehrfachen Früchte, finden sich z. B. bei den Rosen, Erdbeeren, Brombeeren, Hahnenfußarten ꝛc. und sind aus einzelnen Früchtchen, carpidia oder carpella, gebildet, welche letztere immer ein einblätteriges Blattgehäuse haben und Kornfrüchte, Beeren, Pflaumen, Balgfrüchte seyn können. Auf Beschaffenheit und Ansehen der mehrfachen Früchte wirkt aber noch sehr bedeutend der Axentheil oder Boden ein, auf dem sie stehen. Z. B. eine Erdbeere ist eine zusammengesetzte Frucht, gebildet aus ziemlich zahlreichen Caryopsen, die einem kegelförmigen fleischigen Fruchtboden eingefügt sind. — Die Anordnung, Gruppirung der Früchte auf den Axentheilen ist ursprünglich die der Blüthen; verlieren aber die einzelnen Früchte in gewissen Fällen, während des Reifens, ihre Selbstständigkeit und stellen ein zusammengesetztes Ganzes dar, wobei Deckblätter oder offene Fruchtblätter sich vergrößern und verwachsen, die Blüthenspindel und die Fruchthüllen modifizirt werden, so entsteht die Sammelfrucht, syncarpium. So der

Digitized by Google

Nadelholzzapfen, conus, und Laubholzzapfen, julus, der Fruchthaufen, sorosus, Fruchtkuchen, syconium (ein solcher ist die Feige), Fruchtbecher, calybium.

397. Der Same ist die Gesammtheit der Theile, von welchen das Ei bei der vollständigen Ausbildung des Embryo gebildet wird: dem Samenkern, den Samendecken, dem Faden, der den Samen am Samenpolster befestigt und einigen unwesentlichen Theilen. Die meisten Samen sind oval-konisch, manche walzig, kuglig, zusammengedrückt, nierenförmig ꝛc. Ihre Zahl ist häufig geringer als die der Eichen; sie trennen sich vom Samenpolster meist schon während des Aufspringens der Frucht. — Die Samendecke, aus den Eihüllen hervorgehend, ist bloß einfache Samenhaut oder Samenschale; beide können ungemein verschieden seyn, ganz zart bis dick, gallertartig, fleischig, beinhart, glatt oder rauh, so oder anders gefärbt. Gleich den Eichen sind auch die Samen gerade oder verschiedentlich gebogen und gewendet; der Hagelfleck wird zur Basis, der nun zu einer Narbe geschlossene Eimund zur Spitze des Samens. Der Samenfaden ist frei oder mit dem Samen verwachsen, lang oder kurz. Mancherlei unwesentliche Theile bilden am Samen verschiedene Anhängsel, bisweilen eine förmliche Hülle, den sogen. Samenmantel, arillus; die Muskatblüthe, Macis, ein bekanntes Gewürz, ist der Arillus der Muskatnuß, reich an fettem und ätherischem Oel; der Arillus mancher exotischen Pflanzen stellt ein schmackhaftes Obst dar. Der Samenkern ist der von den Samendecken eingeschlossene Körper, mag dieser nun aus dem Embryo allein oder aus diesem und einem Eiweißkörper bestehen, welcher entweder aus dem nach Bildung des Embryonalsacks übrig bleibenden Zellgewebe des ursprünglichen nucleus oder aus neu gebildeten Zellen im Embryonalsack (zwischen der Wand desselben und dem Embryo) hervorgeht, oft Schleim, Amylon, Oele enthält und an Konsistenz vom Flüssigen bis zum Beinharten wechselt.

398. Der Keim oder Embryo, die im Keimsacke gebildete knospenartige Anlage eines der Mutterpflanze im Wesen gleichen neuen Individuums, ist der wesentlichste Theil des Samens; fehlt er, so sind die Samen taube; Eiweißkörper und Samendecken sind zu seinem Schutze, ersterer später auch zu seiner Ernährung da. Grundform des Embryo's ist die Walze oder der Kegel; seine untere, kleinere Abtheilung, welche dem Hinterende der Keimzelle entspricht, stellt einen einfachen Stamm dar, die obere, größere, welche aus dem Vorderende der Keimzelle entsteht, dessen endständige Knospe, gemmula. Der Stamm zerfällt in einen Stengel- und Wurzeltheil; die Knospe besteht aus rudimentären Blättern an einem äußerst kurzen Axenende. Die unteren, äußeren, von den oberen sehr verschiedenen Blätter nennt man Keimblätter, Samenlappen, cotyledones, den von ihnen eingeschlossenen Knospentheil, Keimfederchen, plumula. Beistehende Figur stellt eine in Wasser erweichte, ihrer Samenschale beraubte Bohne dar; aa sind die Kotyledoneen, b radicula, c plumula.



399. Die sogen. Monokotyledoneen haben nur einen (sehr selten

Digitized by Google

mehrere, abwechselnd gestellte) Samenlappen, die Dikotyledoneen zwei gegenüber oder (so die Nadelhölzer) mehrere im Wirtel gestellte; die Kryptogamen keinen, sind also Akotyledoneen. Die Keimblätter sind blattartig oder fleischig, sehr verschieden groß, unter sich meist gleich, ganz oder getheilt, glatt oder punktirt ꝛc. Das Keimfederchen ist bei den Monokotyledoneen an den Samenlappen angedrückt oder von ihm umschlossen, bei den Dikotyledoneen von den Samenlappen bedeckt; seine Blätter, obschon sehr klein, sind doch dem Wesen nach schon wie die Laubblätter gebildet. Der Keim besteht aus Zellen und sehr einfachen Gefäßbündeln; meist enthalten erstere Schleim, Amylon, fette Oele, selten schon Chlorophyll. Der Keim liegt verkehrt im Samen, wendet sein Wurzelende dem Eimund, das entgegengesetzte der Kernbasis zu. Da der Keim aber selbst wieder verschiedentlich gekrümmt seyn kann, so ergeben sich mancherlei Verhältnisse in der Lage des Keimwürzelchens zur Samenbasis oder zum Nabelfleck und äußern Anheftungspunkte des Samens. Bei den Kreuzblüthigen benützt man diese verschiedenen Lagen des Keimes zur Eintheilung.

400. Gruppirung der Blüthen und der aus ihnen entstehenden Früchte. Blüthenstand, inflorescentia, nennt man die Vertheilungsart der Blüthen an Haupt- und Nebenaxen. Gleich den Laubknospen hängt auch die Vertheilung der Blüthen von der der Blätter ab, — weil aber die blüthentragenden Axen oft Produkt einer gleichzeitigen (sogen. proleptischen) Entwicklung mehrerer Knospengenerationen sind und an den sekundären und tertiären Axen mancherlei Umsetzungen der Blattstellung vorgehen, Heterodromie eintritt, so weicht der Blüthenstand von der Verästelung blättertragender Axen vielfach ab und seine Gesetze sind oft schwer erkennbar. Die zwei Hauptarten des Blüthenstandes sind der endständige, i. terminalis, wo die Blüthenaxe das Endglied einer Hauptaxe ist, und der seitenständige, i. lateralis, wo die Blüthenaxe eine Nebenaxe ist und die Hauptaxe durch eine Laubknospe geschlossen wird. Die Hauptaxe kommt nur bei einmal blühenden Gewächsen zur Blüthe, bei allen übrigen (selbst vielen einjährigen) sind die Blüthenstände nur Nebenaxen.

401. Den Hauptstiel eines Blüthenstandes nennt man Blüthenspindel, rhachis, die aus derselben kommenden Nebenstiele Blüthenstiele, pedunculi; sind letztere verschwindend kurz, so heißen die Blumen sitzend, und wenn Spindel und Stiele ebenfalls kurz sind, gehäuft. Eine so verkürzte Spindel mit zahlreichen sitzenden Blüthen heißt Blüthenboden, receptaculum commune florum. Das Blatt, aus dessen Winkel ein ganzer Blüthenstand hervorgeht, heißt Blüthenblatt, und wenn in Textur und Farbe eigenthümlich oder den Blüthenstand umhüllend, Blüthenscheide, spatha. Deckblätter, bracteae, sind die von den gewöhnlichen meist abweichenden kleinen, oft gelb, roth, blau gefärbten Blättchen am Blüthenstande, die, in eine Ebene gerückt, oft eine Blüthenhülle, involucrum, bilden.

402. Die Axe, deren Ende sich zu einer Blüthe entwickelt, wird durch Erschöpfung geschlossen; unbegrenzte Blüthenstände sind jene, wo nur die Nebenaxen von Blüthen geschlossen sind, während die Hauptaxe in eine Laub-

Digitized by Google

endigt, daher unbegrenzter Entwicklung fähig bleibt. Begrenzte Blüthenstände aber sind die, deren Hauptaxe in eine Blüthe endigt. Weil bei den unbegrenzten Inflorescenzen also nur Nebenaxen und zwar allmählig von unten nach oben zur Blüthe kommen, müssen sich die Blüthen vom Anfang gegen die Mitte entfalten, weil sich die unteren Nebenaxen zu den oberen wie die Peripherie zum Centrum verhalten; daher auch der Ausdruck centripetale Inflorescenzen. Bei den begrenzten Blüthenständen, wo Haupt- und Nebenaxen zum Blühen gelangen und die Entwicklung von der Hauptaxe auf die Nebenaxe erster, zweiter ꝛc. Ordnung fortschreitet, entfalten sich die Blüthen von der Mitte gegen den Umfang, daher sie auch centrifugale heißen.

403. Grundform der unbegrenzten Blüthenstände ist eine Axe von verschiedener Länge mit Deckblättern versehen, aus deren Winkeln einfache oder ästige Nebenaxen, d. h. Blüthenstielchen und Blüthenstiele hervorkommen; Modifikationen dieser Form, beruhend auf dem Längenverhältniß der Haupt- und Nebenaxen und unmerklich in einander übergehend, sind die Aehre, spica (bei Getreidearten und andern Gräsern; Unterarten der Aehre sind der Kolben, z. B. beim Giftaron, das Kätzchen, amentum, bei Weiden, Pappeln ꝛc., der Zapfen, conus, strobilus, bei Nadelhölzern), Traube, racemus (mit ihrer Unterart Rispe, panicula, namentlich bei Gräsern vorkommend), Doldentraube, corymbus, Dolde, umbella (bei Anis, Petersilie, Körbel ꝛc., welche Pflanzen daher Doldenpflanzen heißen), Köpfchen, capitulum, namentlich bei den Synanthereen ganz allgemein und hier mit ganz ungestielten Blüthen vorkommend. Man betrachte eine Aster, Sonnenblume, Maßliebchen, Ringelblume, Löwenzahn; der nicht Unterrichtete wird die blühenden Köpfchen dieser Pflanzen für einfache Blüthen nehmen und die einzelnen Blüthen für deren Theile. Bei näherer Betrachtung erweist sich aber ein solches Köpfchen aus zahlreichen, zungen- oder röhrenförmigen kleinen Blüthen zusammengesetzt, welche keine Geschlechtswerkzeuge oder nur männliche, nur weibliche oder beide enthalten; häufig sind die mittleren Blüthen (Scheibenblüthen) anders gefärbt, z. B. gelb oder braun, als die äußeren (Strahlblüthen), welche etwa weiß oder roth sind. Die Spindel ist entweder flach oder verlängert und verdickt, heißt wohl auch gemeinsamer Blüthenboden; ihre trockenen, häutigen Deckblättchen erhalten den Namen Spreublättchen. Alle diese Verhältnisse werden zur Eintheilung dieser wunderbaren, sehr großen Pflanzenfamilie benutzt.

404. Bei der einfachsten Form der begrenzten Inflorescenz ist die Hauptaxe nur einblüthig; Vielblüthigkeit tritt ein, wenn aus den Winkeln der Deckblätter der Hauptaxe Nebenaxen entspringen, die wieder von einer Blüthe geschlossen sind, und dann aus den Winkeln der Blätter dieser Nebenaxen neue Nebenaxen zweiter, dritter ꝛc. Ordnung. Nach der verhältnißmäßigen Länge dieser Haupt- und Nebenaxen ergeben sich die Formen des Wickels, cincinnus (z. B. bei den Maiblümchen, manchen Gräsern, überhaupt Monokotyledoneen), der Trugdolde, cyma (bei Dikotyledoneen, z. B. beim Ackersalat, Fedia olitoria), und des Büschels, fasciculus. — Folgen die Hauptaxen einem andern Gesetz der Blüthenstellung als die Nebenaxen, so entstehen gemischte Blüthenstände: der Strauß, thyrsus, Knäuel, glomus. Abnorme

Digitized by Google

Blüthenstände aber treten ein, wenn sich Geschlechtsknospen an ungewöhnlichen Stellen (nach Art der zufälligen Knospen) entwickeln.

405. Die Kryptogamen im weitern Sinn haben zum Theil Geschlechtsorgane, welche einigermaßen denen der Phanerogamen vergleichbar sind, oder solche von anderem eigenthümlichem Typus, zum Theil ermangeln sie alles wahrhaften Geschlechtsgegensatzes (Agamen). Moose und Lebermoose besitzen einen aus mehreren Blättern gebildeten Eierstock und als Perigon desselben einen zelligen Sack, der später auf der Frucht die sogen. Mütze, calyptra, darstellt. Die Inflorescenz der eigentlichen Farrn will man zu den abnormen rechnen. Die vielfach vertheilte, in ihrem Adernetz mit Parenchym erfüllte Axe stellt eine laubartige Ausbreitung, den Farrnwedel, frons, dar, der an der Unterseite sehr einfache, in Häufchen, sori, gestellte blüthenähnliche Organe, d. h. kleine Blättchen trägt; die Häufchen sind nackt oder mit einer von der Oberhaut ausgehenden Hülle, dem sogen. Schleier, indusium, bedeckt, der bei der Fruchtreife zerreißt. Bei den Gefäßkryptogamen überhaupt wird jeder Eierstock durch ein einziges Blättchen dargestellt; bei den eigentlichen Farrn wandelt sich dasselbe zu einem Schlauch um, der nur aus einer Zellschichte besteht und wo größere und härtere Zellen dann die anderen als Ring umgeben, der zuletzt zerreißt und die Sporen austreten läßt. In andern Organen werden Spermatozoidien erzeugt, welche bei der Befruchtung thätig sind. Bei den Schafthalmen liegen die Sporensäcke an der Unterseite des sogen. Receptakulums; bei den Bärlappen bilden ein oder mehrere Blättchen die Blüthe, die zu einem, zwei- oder dreiklappigen Sporenbehältern wird. Die erwähnten befruchtenden Organe finden sich außer den Farrn und Equisetaceen auch bei den Moosen, heißen Befruchtungsschläuche, spermatocystidia, antheridia, und sind zellige Behälter zwischen den Blüthen oder in besonderen Hüllen mit schleimigkörnigem Saft, aus dem spiralgewundene, rasch bewegliche Spermatozoidien (Samenthierchen, Samenfäden) entstehen, die in der Form mit denen der Thiere große Aehnlichkeit haben. Man behauptet aber, daß nicht die Sporenzellen befruchtet würden, indem diese für sich keimfähig seyen, sondern daß von dem Daseyn solcher Befruchtungsorgane die höhere Ausbildung und Entwicklung der aus der Spore erwachsenen Pflanze selbst abhänge, die ohne sie in einem niedrigeren Stadium befangen bliebe.

406. Die Kryptogamen erzeugen keine Samen mit Embryo, sondern Keimkörner, Sporen, sporae, mikroskopisch kleine, kugelförmige oder eckige Körperchen, bestehend aus einer primären, innern, wasserhellen, geschlossenen Zellhaut und einer von ihr abgesonderten derben äußern Schale, die glatt oder warzig, braun, schwarz, gelb, grünlich gefärbt ist. Bei den Hydropteriden und einigen Lycopodiaceen kommen zweierlei Sporenbehälter und zweierlei Sporen vor.

c. Vom Leben der Pflanze.

407. Die Zellhaut ist für das Wasser und die in ihm aufgelösten Stoffe durchdringbar, weßhalb sich die Flüssigkeiten durch das ganze Gewebe verbreiten können; zugleich ist sie hygroskopisch (bleibt daher immer feucht),

Digitized by Google

fest und elastisch. Im Safte der Zellen erfolgt alle Stoffwandlung, alle Bildung des Festen aus dem Flüssigen und Rückbildung des Festen in Flüssiges. Bei diesen Prozessen verhält sich nicht nur die Wand der Zelle als ein Erregendes, sondern vorzüglich der rotirend bewegte Saft ist lebendig; Wand und Inhalt stehen in unaufhörlicher Wechselwirkung. Junge Zellen lassen häufig noch keinen Kern erkennen; so wie dieser erscheint, sondert sich der Inhalt in einen mehr wässrigen, ruhigen Theil und einen zäh-flüssigern, körnigen, der strahlenartig sich vom Kern gegen und um die Peripherie verbreitet; in diesem konsistentern Theil, Protoplasma genannt, findet nun unaufhörliches Hin- und Herströmen statt, wie beistehende Figur zeigt. — (So viel bis jetzt bekannt, kann die Pflanzenzelle nicht Stoffe absondern, die ihrer eigenen Membran gleichartig sind.) Die Zell- und Gefäßhaut hat ferner Schwellungsvermögen (turgor vitalis), Kontraktilität, durch welche Bewegungen möglich, und Irritabilität, wodurch Licht, Wärme, Elektron ꝛc. fortgeleitet werden.

Sehr stark vergrößerte Pflanzenzelle m. Nucleus und Protoplasma. Die kleinen Pfeile deuten die Strömungsrichtungen der Protoplasma's an. (Nach Unger.)

408. Die Hauptverbindungen werden aus Kohlensäure und Wasser gebildet; die aus Boden und Luft aufgenommenen Kohlekombinationen werden zersetzt, der Sauerstoff ausgeschieden, der Kohlenstoff mit den Elementen des Wassers vereinigt und aus diesen ersten Verbindungen der Kohle mit dem Wasser- und Sauerstoff entstehen dann (unter Zugrundlegung von Radikalen) zusammengesetztere, welche sauer, basisch oder indifferent sind. Bei Bildung und Zersetzung sind hauptsächlich die Kontaktsubstanzen wirksam. Manche Verbindungen sind ganz allgemein, stellen die Hauptmasse des Pflanzenkörpers dar, so Membranstoff (die Grundlage neuer Elementartheile), Gummi, Zucker, Pflanzenschleim, Amylon, andere seltener, mehr auf einzelne Organe beschränkt, so Pflanzengallerte, Eiweiß, Fibrin, Leim, Casein, Chlorophyll, Säuren, Oele, Harze, Wachs ꝛc. Alle diese Substanzen sind wieder vielfach unter sich oder mit Alkalien, Erden, Metalloxyden vermischt und verbunden; in einer Zelle kommen oft sehr verschiedene Kombinationen vor.

409. Die Pflanze, unfähig ihren Ort zu verlassen, breitet ihre Wurzeln, ihre Aeste und Blätter mehr oder minder weit in Luft, Erde, Wasser aus, um Nahrung aus diesen zu ziehen; sie erreicht hiedurch, was das Thier durch Bewegung. Am wichtigsten sind für sie Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff als Kohlensäure und Ammoniak, dann die Erden, Alkalien und Metalloxyde als Säuren, — Substanzen, die aus Erde, Wasser, Luft der Pflanze zukommen. Hauptorgan für Aufnahme der Nahrung ist die Wurzel; fehlt sie, wie beim Embryo im Samen oder bei den Schmarotzerpflanzen, so muß, wie beim Embryo, die ganze Oberfläche einsaugen, oder es fließt, wie bei den Parasiten, schon von der Trägerpflanze verarbeiteter Saft zu. Die in flüssiger Form aufgenommene Nahrung strömt in die äußersten Wurzelfaserzellen durch Endosmose ein, wobei die Wurzel den Saft (oft auch Gifte) energisch an sich zieht. In geringerem Grade findet auch ein Ausströmen von Stoffen aus den

Digitized by Google

Wurzeln in den Boden ſtatt, wodurch dieſer mit gewiſſen Subſtanzen imprägnirt wird; man will daraus erklären, warum manche Pflanzenarten gerne neben einander wachſen, manche die Nachbarſchaft nicht ertragen. Die Ausſaugung beſtimmter Beſtandtheile des Bodens durch beſtimmte Pflanzenarten und die durch die Wurzelausſcheidungen bewirkte Veränderung rechtfertigen die ſogen. Wechſelwirthſchaft, welche ſogar die Natur im Großen befolgt, indem z. B. nachdem in einem Lande viele Jahrhunderte hindurch Laubhölzer vorherrſchten (z. B. in Dänemark, Deutſchland), endlich dieſe mehr zurücktreten und Nadelhölzer das Uebergewicht gewinnen.

410. Der von der Wurzel aufgenommene Nahrungsſaft ſteigt langſam durch das Gewebe auf, theils durch die Wände der Zellen hindurch von einer zur andern dringend, theils in den Interzellularräumen und Saftgängen, nach Einigen auch in den Gefäßen. Dieſer Saft iſt anfänglich roher Nahrungsſaft und die Pflanze, namentlich ein Baum, iſt beſonders reich an ihm nach einer Ruheperiode, vor allen gegen Ende des Winters, weniger gegen Ende des Sommers. Vertheilung der Säftemaſſe und Geſtalt der Strömung hängt weſentlich vom anatomiſchen Bau ab; der Saft gelangt aus dem Stamm in die Aeſte und zuletzt in die Blätter und anderen peripheriſchen Organe. Außer ſeiner aufſteigenden hat der Saft auch eine Seitenbewegung; deßhalb geſchieht, wenn man auch an allen Seiten des Stammes in verſchiedenen Höhen Einſchnitte macht, doch das Aufſteigen des Saftes ungehindert. Mit dem Alter verſtopfen ſich ſaftleitende Theile, werden unwegſam, indem ſich in ihren Zellen immer zahlreichere ſekundäre Schichten bilden, oder die Kanäle ſich mit feſten Subſtanzen erfüllen; bei den älteren Blättern hat dieſes gerade eine kräftigere Strömung nach den Knospen in ihren Winkeln und hiemit die Ausbildung derſelben zur Folge.

411. Oben und an der Peripherie findet eine Umwandlung des rohen Nahrungsſaftes in den dichtern Bildungsſaft, cambium, ſtatt, aus welchem die neuen Elementartheile ſich erzeugen, einmal vor den Wurzel- und Stammſpitzen, dann im Umkreis. Das Cambium ſtrömt auch abwärts bis zur Wurzel; verwundet man einen Stamm ſo, daß der Rindenkörper vom Holzkörper abgelöst wird, ſo geht daher die Vernarbung ſtets vom obern Rande aus. *) In unſeren Gegenden erfolgt die Cambiumbildung periodiſch, mit der vermehrten Aufnahme rohen Nahrungsſaftes, namentlich im Frühling, vor der Ausbildung der Blätter, dauert aber weit über dieſe Zeit hinaus. Die im Frühling neugebildeten Elementarorgane ſind größer und dünnwandiger, als die ſpäteren, gränzen ſich daher von den vorausgehenden als Jahresring ab. Im Auguſt nimmt der Safttrieb wieder etwas zu, dient aber jetzt beſonders zur Bildung der Knospen, ſelten bleibt noch Stoff zur Darſtellung eines zweiten kleineren Jahresringes. Die ſtärkſte Saftbewegung geſchieht in einer Zeit, wo die Ver-

*) Schleiden will in der Pflanze nur einen aufſteigenden Saftſtrom annehmen, der ſich ſtets nach der Gegend der lebhafteſten Bildungsthätigkeit und Verdunſtung richtet, alſo nach der Peripherie und Endknospe.

Digitized by Google

dunstung des noch blattlosen Stammes ganz schwach ist; Capillarität und Hygroskopizität erklären diese gewaltige, dem Druck einer Quecksilbersäule von 8—12″ entsprechende Bewegung nicht, die vielmehr in einem periodischen Hin- und Herwogen des lebendig Flüssigen in der Pflanze selbst begründet ist.

412. In den Blättern tritt der Saft mit der Luft in innige Wechselwirkung. Alle grünen Pflanzentheile nehmen im Sonnenlichte Kohlensäure aus der Atmosphäre auf und geben, sie zersetzend, die Kohle behaltend, das gleiche Volumen Sauerstoff an die Luft zurück; beim gewöhnlichen Tageslicht und in der Nacht hauchen sie hingegen Kohlensäure aus. Das Athmen der Pflanzen verhält sich daher ganz anders als das der Thiere und sie können es längere Zeit aussetzen. Am meisten Sauerstoff wird vor der Blüthezeit und beim Keimen verzehrt; auch Stickstoff nehmen die Blätter aus der Luft für die stickstoffhaltigen Verbindungen der Pflanze auf, ebenso Wasserdunst (nicht flüssiges Wasser) durch die Spaltöffnungen, so daß bei manchen Pflanzen die Blätter allein die ganze Ernährung vermitteln. Pflanzen, welche auf salpeter- oder kochsalzreichem Boden wachsen, hauchen durch ihre Blätter Chlor und Stickstoff aus; sonst wird am gewöhnlichsten Wasser ausgehaucht, wohl $^2/_3$ des durch die Wurzel aufgenommenen Quantums. Nicht verdunstbare Stoffe häufen sich in den Blättern an, daher deren großer Aschengehalt; die untere Fläche, als die vorzugsweise mit Luftlöchern versehene, ist auch die vorzüglich aushauchende.

413. Sekretion, Absonderung heißt jener Prozeß, durch welchen flüssige und feste Stoffe aus dem allgemeinen Nahrungssaft ausgeschieden oder dargestellt werden. Zwar ist schon jede Zelle ein Sekretionsorgan, doch nennt man so oder Drüsen nur jene Zellenmassen, deren Inhalt und meist auch Form von den anderen Zellen eigenthümlich verschieden ist, wobei man einfache und zusammengesetzte Drüsen unterscheidet. Die Zellhaut ist der secernirende Faktor und die Ausscheidung erfolgt in's Innere der Zelle oder nach außen in die Interzellulargänge und Sekretionsbehälter. Namentlich werden abgesondert: Luft, Wasser, Gummi, Zucker, ätherische Oele, Harze, Wachs. Aber auch der Milchsaft ist ein Sekretionsprodukt eines eigenen Gefäßsystems, der Milchgefäße. Fast alle Sekretionsprodukte sind nicht etwa schon im Nahrungssaft enthalten, sondern werden, unter Zugrundlegung desselben; durch die organische Kraft der Pflanze erst dargestellt. — Manche Gewächse verhalten sich nach den Tageszeiten chemisch verschieden; z. B. die Blätter von Cacalia ficoides sind am Morgen (da sie sich während der Nacht mit dem Sauerstoff der Luft verbanden) sauer, Mittags (durch den Lichteinfluß) geschmacklos, Abends bitter. Aehnlich verhalten sich Cotyledon calycina, Portulacaria afra, Sempervivum arboreum.

414. Die spezifische Lebenswärme der Pflanzen ist, — gewisse Fälle ausgenommen — sehr klein und nur in den Knospen und Blättern, wo Ernährung und Wachsthum energischer vor sich gehen, am thermo-elektrischen Apparat meßbar. Nur in den Blüthenkolben der Aroideae wird die Wärme so bedeutend, daß sie die Lufttemperatur um 1—25° R übersteigen kann. — Außer rein chemischen Lichterscheinungen, wie z. B. am faulen Holze, kommen bei

Digitized by Google

Pflanzen auch solche anderer Art vor, wie an einigen Pilzen und Oscillatoria phosphorea Meyen im atlantischen Ocean, wo der abgeschiedene Schleim leuchtet; der Milchsaft der brasilischen Euphorbia phosphorea, einer Wolfsmilchart, gibt grünliches Licht; bei einigen feurig gelben Blumen, z. B. der Sonnen- und Ringelblume, Capuzinerkresse, Feuerlilie, wird manchmal ein blitzähnlicher Schein beobachtet.

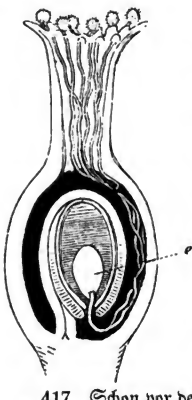
415. Die Bewegungen der Pflanzen sind großentheils physikalisch, durch Saftanhäufung, Austrocknung, Elastizität bedingt, oder organisch und vital, zum Theil in Kontraktilität des Gewebes begründet. Opuntia Darwinii Honsl. in Patagonien besitzt nach Darwin auf Berührung sich äußernde Reizbarkeit der Staubgefäße und in minderem Grade auch der Blumenblätter. Einige Gewächse zeigen Erscheinungen spezifischer Reizbarkeit; so soll der westindische Wetterstrauch, Porliera hygrometrica, das Wetter mehrere Tage voraus anzeigen. Die durch den Wechsel von Tag und Nacht bedingten Bewegungen der Blätter und Decken stellen Schlaf und Wachen dar; Blätter und Blüthen legen sich im Schlafe zusammen, kehren gleichsam zum Knospenzustand zurück, wie ja auch die Thiere und der Mensch im Schlafe sich der zusammengebogenen Stellung des Embryo's im Mutterleibe nähern. Bei den sogen. Sinnpflanzen, Sensitiven (z. B. Mimosa pudica) erfolgt solches Zusammenlegen der Blättchen auch schon auf leichte Berührung; bei Nacht beleuchtet und bei Tage verdunkelt kehren sie die Zeit von Schlaf und Wachen um, so daß das Licht Haupturſache der Erscheinung ist.*) Bei dem ostindischen Hedysarum gyrans hebt sich und senkt sich das mittlere, größere Blättchen fortwährend. Oeffnen und Schließen der Kronblätter hängt bei manchen Pflanzen von atmosphärischen Zuständen ab, bei anderen von bestimmter Tageszeit, so daß man aus diesen eine Blüthenuhr konstruiren kann. Beim Sauerdorn, der gemeinen Parnassie und andern Pflanzen werden Bewegungen der Staubgefäße gegen die Narbe (seltener dieser gegen jene) zum Zwecke der Befruchtung wahrgenommen. Das Winden der Stengel und Ranken beruht vorzüglich auf der Reizbarkeit; die Pflanze sucht hier gleichsam tastend eine Stütze, um sich aufzurichten, findet sie diese nicht, so kriecht sie auf dem Boden fort. — Licht und Wärme vermehren Reizbarkeit und Leitungsvermögen der Reize; Luftentziehung, Gifte, zu oft wiederholte Reizung vermindern jene; die Fortpflanzung der Reize erfolgt bei den Pflanzen nur sehr langsam und in verschiedener Richtung.

416. Niedere Pflanzen vermehren sich durch Theilung einer Zelle in zwei und vier (Diatomeen, Desmidieen, Protococcaceen ꝛc.) oder durch Entstehung zahlreicherer Tochterzellen in Mutterzellen oder durch Conjugation, wo aus der zusammenfließenden Masse zweier Zellen eine Spore entsteht, oder durch Erzeugung von Sporen mit und ohne Geschlechtsgegensatz. Bei allen vollkommenen Pflanzen ist zur Erweckung eines neuen Lebens, zur Bildung eines

*) Diese lang bekannte Erfahrung scheint der Behauptung Hoffmann's (Untersuch. über den Pflanzenschlaf, Gießen 1851) zu widersprechen, welcher die Wärme für Ursache des Erwachens und Einschlafens halten will.

Digitized by Google

Keims, bei welchem Prozeß die Pflanze im Gegensatz zu ihrer sonstigen Aeußerlichkeit gleichsam in sich selbst zurückkehrt und eingeht, Befruchtung nothwendig, welchen Prozeß man nur bei den Phanerogamen genauer kennt. Die Pollenkörnchen gelangen nämlich auf die Narben, wozu die verschiedensten und sinnreichsten Vorkehrungen getroffen sind: durch Stellung des Fruchtorgans zum Stauborgan, gegenseitige Bewegungen, eigenthümliche, z. B. herabhängende Stellung der Blüthen, durch Winde, Wasser und besonders durch die Insekten.*) Die Zahl der Blumenstaubkörner ist immer viel größer als die der Eichen. Die Feuchtigkeit der Narbe wirkt auf die Pollenkörner; die innere sehr hygroskopische Membran dehnt sich aus, zersprengt endlich die Schale an den dünnsten Stellen (den scheinbaren Poren) und tritt in Form von (gewöhnlich einfachen, manchmal sich jedoch durch Aussackung verzweigenden) Schläuchen hervor, welche durch das leitende Zellgewebe des Griffels zu den Eichen hinabsteigen; sie dringen durch die Mikropyle in den Kern ein, durch dessen Intercellulargänge zum Embryonalsack vor und legen sich an diesen an. Nur in äußerst wenigen Fällen scheinen der oder die Pollenschläuche in den Embryonalsack selbst einzudringen, wo sie dann mit dem Embryonalbläschen in unmittelbare Berührung kommen (z. B. bei Canna), oder sie drängen die Wand desselben einwärts, so daß das angeschwollene Ende in die hiedurch entstandene Vertiefung zu liegen kömmt, wie (nach Mohl) bei Orchis morio. Nie gestaltet sich aber, wie Schleiden behauptet, der Pollenschlauch selbst zum Embryo, — eine irrige Ansicht, welche eine ganz falsche Deutung der Geschlechtsorgane der Pflanzen zur Folge hat. — Während der übrige Theil des Schlauches leer wird, häuft sich der Inhalt im Endtheile an; und wirkt durch die Wände hindurch dynamisch auf den Inhalt des Embryonalsackes ein, diesen zu einer Neubildung, zur Darstellung eines Keims bestimmend. Fehlen Griffel und Narbe oder sind die Fruchtblätter offen, so kommen die Pollenkörner unmittelbar auf die Eichen zu liegen. Gewöhnlich tritt nur ein Pollenschlauch in's Innere der Eichen, wenn mehrere, sollen auch mehrere Embryonen entstehen. — Beistehende Figur zeigt Pollenkörner auf der Narbe und die aus ihnen zum Eichen hinabsteigenden Schläuche; e ist der Embryonalsack.



417. Schon vor der Befruchtung bilden sich im flüssigen Inhalt des Keimsackes unter Auflösung des ursprünglichen Kerns einige freie Zellenkerne, besonders an dem der Mikropyle zugewandte Ende, um welche dann sphärische Zellen entstehen; erst nach Bildung unzählbarer, den individuellen Leib darstellender Zellenreihen bringen es die meisten Pflanzen zu solchen Befruchtungs-

*) Bei Ambrosinia füllt der Regen die Blüthenscheide und hebt so den Pollen zur Narbe empor.

Digitized by Google

zellen. Aus einer dieser Zellen (Amici's Embryobläschen) entsteht der Embryo, während die anderen theils sich wieder auflösen, theils vielleicht den Embryo zu ernähren bestimmt sind. Die befruchtete Zelle theilt sich zuerst in zwei übereinander stehende Zellen als Anlage des Vorkeims, für welchen jene Zellen durch fortgesetzte Theilung erst zu einer Zellenreihe, dann zu einem Zellenkörper werden. Die Endzelle des Vorkeims, in welcher wieder neue Zellen entstehen, wird zur Grundlage des Embryo, der zuerst oval, dann umgekehrt keulenförmig erscheint und allmälig die §. 398 angeführten Theile erkennen läßt, während der Pollenschlauch durch Aufsaugung ganz oder theilweise verschwindet. — Merkwürdig ist Gasparini's Angabe, daß der Feigenembryo sogar ohne Befruchtung entstehe.

418. Der reife Keim vermag sich auf gewisse äußere Reize: Feuchtigkeit, Wärme und Sauerstoff, zur Pflanze zu entwickeln; jene Einflüsse bewirken zunächst in den Stoffen des Eiweißkörpers und der Keimblätter bedeutende Veränderungen. Diese werden nämlich aufgelöst und in den Stammtheil übergeführt, der hierauf nach zwei entgegengesetzten Richtungen wächst. Derselbe durchbricht zuerst mit seinem hintern Theil am Eimund die Samendecke, verlängert sich in absteigender Richtung und dringt als Wurzel gewöhnlich in die Erde. Der obere Stammtheil strebt aufwärts, wodurch der Knospentheil aus und über seine Hüllen erhoben wird; sehr oft bleiben hiebei die Keimblätter unter der Erde und führen dem Stammtheil die in ihnen niedergelegten Stoffe als assimilirte Nahrung zu; in anderen Fällen werden sie über die Erde erhoben, breiten sich aus, erhalten eine Oberhaut mit Luftlöchern und versehen Blattfunktion, während das Knospenherz durch Bildung einer Endknospe sich verlängert und meist auch durch Seitenknospen verästelt.

419. Zwischen der Bildung und Entwicklung des Keimes liegt ein Stadium der Ruhe, des latenten Lebens, welches bei manchen Gattungen in wenig Tagen, ja Stunden verlauft, während andere erst nach einem oder zwei Jahren keimen. Der Bau des Samens schützt sie vor widrigen Einwirkungen, so daß sie sehr hohe Hitze- und Kältegrade ertragen und beim Fehlen der erweckenden Reize Jahrhunderte in jenem Schlummerleben verharren können. Beim Keimen wird Sauerstoff absorbirt ($^1/_{2000}$ — $^1/_{100}$ vom Gewicht der Samen), Kohlensäure ausgeschieden, viel Wasser eingesaugt, und Wärme durch Gährung entwickelt (1—18° C); die zum Keimen nothwendige Temperatur wechselt von 4—7° C. Nach der Aufnahme des Wassers wandelt sich das Amylon in Gummi und Zucker, diese in Zellhautstoff um. — Beim Keimen der Kryptogamensporen dehnt sich die primäre Zellhaut aus und sprengt die Schale, im schleimig-körnigen aus Gummi, Amylon und Oel bestehenden Inhalt bilden sich neue Zellen, die in Form des Lagers den Vorkeim, proembryo darstellen. An einem oder mehreren Punkten differenzirt sich das Gewebe des Lagers zu einer Knospe, dem eigentlichen Keim, der bei den Kryptogamen in Axe und appendikuläre Organe zerfällt und sich weiter entwickelnd der Mutterpflanze ähnlich wird.

420. Das Wachsthum geht durch Vergrößerung der bereits vorhande-

Digitized by Google

nen und Bildung neuer Elementartheile vor sich; die Umwandlung der Zellen in Gefäße geschieht in jeder Pflanzenart nur in bestimmten Reihen. Stamm und Wurzel wachsen vorzüglich an der Spitze und in der Peripherie (wo die Neubildung von oben nach unten fortschreitet) durch Bildung neuer, in den übrigen Theilen mehr durch Vergrößerung der schon vorhandenen Elementartheile. Bei Tage und am Vormittag ist das Wachsen rascher, als Nachts und Nachmittags; die zwei täglichen Beschleunigungen fallen zwischen 8—10 Uhr Morgens und 12—4 Uhr Nachmittags, die jährliche in den gemäßigten Zonen in den Frühling, in der Tropenzone in die Regenzeit, die jährliche Verzögerung in ersteren in den Herbst und Winter, in den letzteren in die trockene Jahreszeit. — Durch die Sprossenbildung vergrößert und verjüngt sich die Pflanze; in der Blüthe und Frucht erreicht sie die höchsten ihr möglichen Formen. Sie gelangt schneller oder langsamer an dieses Ziel, verfehlt es auch wohl, sinkt wieder auf tiefere Stufen herab, wie Blumen etwa dadurch gefüllt werden, daß ihre Staub- und Fruchtblätter zu Kronblättern werden; bei einer weißen Lilie wandelt sich jede Blüthe in einen beblätterten Zweig um.

421. Die Verlängerung der Blätter findet vorzüglich am Grunde statt; noch unentfaltet sind sie blaßgrün, das kohlenstoffreiche Chlorophyll bildet sich erst im Lichte aus. Das Blatt wird allmälig gesättigter grün, oft blaugrün; später treten auch andere Farbstoffe auf; im Herbste werden viele Blätter durch Umwandlung des Chlorophylls gelb, durch Auftreten gesäuerten Anthokyans auch roth und braun, — Farbenänderungen vor dem Tode des Blattes, bei welchem es vom Axentheil aus verwelkt und (manchmal noch grün) abfällt. Lederartige, derbe, saftige Blätter dauern mehrere Jahre, zarte machen jene Veränderungen in wenig Monden oder Wochen durch. Die meisten Wurzeln hingegen bleiben und bilden neue Zasern, von welchen ein Theil zu Wurzelzweigen wird, der andere abstirbt. — Die Entfaltung der Blüthen erfolgt bei jeder Pflanze zu bestimmter Jahreszeit, so daß bei uns etwa vom 15ten März bis zum Winter eine ununterbrochene Reihe blühender Pflanzen vorüberzieht; einige wenige blühen fast das ganze Jahr. (Senecio vulgaris, Bellis perennis, Poa annua, Lamium purpureum, Alsine media, Capsella bursa pastoris, Veronica agrestis.)

422. Eine Urbestimmung jeder Pflanze ist bestimmte Lebensdauer, jedoch mit gewisser Schwankungsweite und vielfach modifizirt durch äußere Einwirkungen. Einjährige Pflanzen am Blühen verhindert können zu zweijährigen, selbst zu ausdauernden werden, ausdauernde wärmerer Gegenden werden in kälteren einjährig. Da jede Axe abstirbt, welche geblüht hat (nach dem Blühen der Hauptaxe die ganze Pflanze), so verlängert Verzögerung des Blühens und Fruchttragens die Lebensdauer der Pflanze. — Gewisse Pilze und Algen vollenden ihren Lebenslauf in wenig Tagen; die meisten Kräuter nach einmaligem Fruchttragen in Wochen oder Monaten; ihnen gegenüber stehen als anderes Extrem jene gewaltigen Bäume, welche Jahrhunderte und Jahrtausende dauern, Eichen, Linden, Kastanien, die Ceder, der Oel- und Orangenbaum ein Jahr-

Digitized by Google

tausend und darüber, der Eibenbaum 2—3000 Jahre, der afrikanische Affenbrodbaum und Taxodium distichum in Mexiko 5000 Jahre und darüber. Unter den Monokotyledoneen wird wohl der Drachenblutbaum am ältesten; den bei Orotava auf Teneriffa schätzt man auf 3000 Jahre. Allmälig verstopft sich das saftleitende Gewebe, das Holz stirbt ab, der Gipfel verdorret. Die Elementarkräfte, die Thiere und der Mensch lassen aber die wenigsten Pflanzen ihr natürliches Lebensziel erreichen.

B. Vom Pflanzenreich.

d) Conformation und Systematik des Pflanzenreiches.

423. Unter Conformation eines Reiches der Organismen verstehe ich die Gesammtheit aller gegenseitigen Verwandtschaftsverhältnisse und die daraus hervorgehende Stellung aller Arten und höheren Klassifikationsstufen zu einander, also das wahre natürliche System, welches unsere gewöhnliche einreihige Anordnung nur unvollkommen auszudrücken vermag. Im Pflanzenreiche ist nämlich nicht eine einfache Reihe gegeben, so daß man aufsteigend vom Unvollkommenen zum Vollkommenen oder absteigend von den höchsten Formen zu den niedrigeren gelangen könnte, welche Vorstellung von einer Stufenleiter eine der früheften war, sondern es sind mehrere Reihen wahrzunehmen, in welchen die vorzugsweise Ausbildung bald dieses, bald jenes Organenkreises verwirklicht wird. Daher wurde bald die Familie der Ranunculaceen oder Sileneen, bald die der Rosaceen, Leguminosen, Synanthereen (diese von Schleiden) als die vollkommenste angesehen. Auch die Vorstellung von einer tetradischen Anordnung, wie sie Oken's System gibt, wornach immer vier Arten zu einer Untersippe oder Sippe, vier Sippen zu einer Zunft, eben so viel Zünfte zu einer Familie und so hinauf bis zu den höchsten Abtheilungen immer je vier zu einer größern vereinigt seyn sollten, oder die Mac Leay's nach konzentrischen Kreisen, wo immer ein größerer Kreis fünf kleinere einschließen würde, erschöpfen die Wahrheit nicht; die Conformation des Pflanzen- wie des Thierreiches ist etwas sui generis und läßt sich nur etwa mit der Verwandtschaft der Sprachen oder der Menschenformen vergleichen. Wir sind aber schon durch die Einrichtung unserer Bücher gezwungen, Pflanzen und Thiere in einer Reihe zu ordnen, in welcher die Gruppen als gleichwerthige (was sie nicht sind), in auf- oder absteigender Folge mehr oder minder willkürlich oder subjektiv aufgezählt werden.

424. Doch ist das sogen. natürliche System, welches Anordnung der Pflanzen nach ihrer Verwandtschaft anstrebt, wenn auch nicht die ganze Wahrheit, doch ein Theil von ihr. Einen ganz andern Zweck verfolgt das künstliche System; hier werden die Pflanzen nach willkürlich gewählten, möglichst leicht aufzufindenden und zu beobachtenden, zugleich die möglichste Sicherheit und Bestimmtheit gewährenden Charakteren ohne Rücksicht auf wahre Verwandtschaft zusammengeordnet, um mit verhältnißmäßiger Leichtigkeit den Namen von Sippe und Art einer gegebenen Pflanze aufzufinden. Von allen

Digitized by Google

künſtlichen Syſtemen hat nur das auf Vorhandenſeyn oder Fehlen der Blüthe, die Vertheilung der Blüthen, die Zahl und Beſchaffenheit der Geſchlechtsorgane gegründete Syſtem Linné's allgemeine Geltung und Verbreitung gefunden; ſeine Bedeutung iſt aber eine praktiſche, keine wiſſenſchaftliche, was auch dem großen Schöpfer deſſelben hinreichend bekannt war. Natürliche Syſteme haben aufgeſtellt, Juſſieu, Batſch, Decandolle, Robert Brown, Bartling, Endlicher, v. Martius, Reichenbach u. A.

425. Die ſtufenweiſe wachſende Wichtigkeit der unveränderlichen Charaktere ſteht in Beziehung zu den immer umfaſſenderen Kategorien des Syſtems. Von höchſter Wichtigkeit iſt, ob bloß Zellen oder auch Gefäße vorhanden ſind, indem vom Daſeyn der Gefäße das ganze Axenſyſtem, die Art des Wachsthums und in erſter Inſtanz auch Bildung und Anordnung der Organe abhängt. Die Veränderungen der Axentheile ſind beſtändiger aber meiſt weniger auffallend, als die an den Blättern. Am Blatt iſt wieder die Stellung, Entwicklung der einzelnen Theile und die Gefäßvertheilung wichtiger als Geſtalt und ſonſtige Beſchaffenheit. Einen höhern Rang als die Blätter nehmen die Blüthenorgane ein, namentlich Bau und Metamorphoſe der einzelnen Wirbel, deren Trennung oder Verſchmelzung, Getrennt- oder Verwachſenſeyn ihrer Elemente. Die von Samen und Embryo, als dem Endziel des vegetabiliſchen Prozeſſes genommenen Merkmale ſtehen eben ſo hoch, als die von den Elementartheilen abſtrahirten; in der That fallen die großen Abtheilungen des Pflanzenreiches, ſehen ſie nun von den Elementartheilen oder vom Samen und Keim genommen, ungefähr zuſammen.

426. Nähere Verwandtſchaft iſt immer durch Uebereinſtimmung im Bau der Organe bedingt, vor Allem der Blüthe und Frucht; Arten, die in dieſen beiden übereinkommen, gehören zur ſelben Sippe. Die beiden Namen, welche jede Pflanze ſeit Linné erhält, ſprechen ihre Sippe und Art aus; der erſtere iſt gleichſam dem Geſchlechts-, der andere dem Taufnamen eines Menſchen vergleichbar. Die Sippen werden beſonders nach dem Bau des Samens, der Frucht und Blüthenaxe, ſo wie nach den Zahl-, Stellungs- und Verbindungsverhältniſſen der appendikulären Organe in Familien zuſammengefaßt, näher verwandte Familien in eine Ordnung, und die in ſehr bedeutenden Merkmalen übereinkommenden Ordnungen in eine Klaſſe. Die Hauptunterſchiede in den Elementartheilen und Fortpflanzungsorganen geben die Unterreiche.

Digitized by Google

Ueberſicht des natürlichen Pflanzenſyſtems.*)

(Nach Bartling und Biſchoff.)

Erſtes Unterreich. Plantae Cryptogamae seu Sporiferae. Kryptogamen, Sporenpflanzen.

Erzeugen Keimkörner ohne Embryo, welche unbedeckt oder in Fruchtanſätzen eingeſchloſſen ſind.

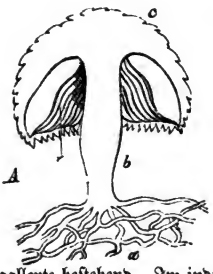
Erſte Abtheilung. Cellulares, Zellenpflanzen.

Beſtehen bloß aus Zellen oder enthalten wenigſtens keine Gefäßbündel in Stamm und Wurzel.

427. 1. Klaſſe. Agamae: Ohne kennbare Geſchlechtsverſchiedenheit.

1. Ordnung. Funginae, Pilzartige. Hieher nicht bloß die gewöhnlich Pilze genannten Pflanzen, unter welchen viele eßbare und giftige vorkommen, ſondern unzählige kleine, auf Blättern, Rinden, der Erde, gährenden Nahrungsmitteln (Schimmel ꝛc.) wachſende. Ein Pilz ſtellt meiſt einen Sporenbehälter oder Sporenboden dar; manchmal ſind einzelne, zu nackten Sporen ſich entwickelnde Zellen der ganze Pilz. Bekannt ſind der Champignon, Fliegenpilz, der Morchel, Trüffel, der Getreidebrand ꝛc. Sphaeria Posidoniae Dur. et Montagne wächst im Mittelmeer auf Stengeln lebender Pflanzen; es iſt der einzige Pilz, welcher alle ſeine Lebensperioden im Meere durchläuft. Man unterſcheidet 5 Familien: 1) Coniomycetes, Staubpilze; 2) Hyphomycetes, Fadenpilze; 3) Gasteromycetes, Bauchpilze; 4) Pyrenomycetes, Kernpilze; 5) Hymenomycetes, Hauptpilze. Fig. 1 ſtellt einen Blätterſchwamm, Agaricus, im Durchſchnitt dar. — 2. Ordn. Alginae, Algenartige. Bilden ein Lager von verſchiedener Geſtalt oder haben einen Fadenſtamm; Sporen in dieſen oder in eigenen Behältern; manchmal beſteht die ganze Pflanze nur aus einzelnen zu Sporen ſich entwickelnden Zellen. 6. Fam. Algae, Algen; unendlich vielgeſtaltige Pflanzen, z. Th. nur aus einzelnen Zellen (wie die lange für Infuſorien gehaltenen Bacillarieen oder Diatomeen, welche durch ihre Kieſelſchalen Mineralien und Erden bilden, die Desmidiaceen, Protococcaceen oder zellige Fäden (ſo die Conferven), bald Lager, Häute bilden, z. Th. auch höhere Pflanzenformen nachahmen, wie die Tange u. A. Sind Waſſergewächſe, vorzugsweiſe aus Pektin oder Pflanzengallerte beſtehend. Im indiſchen Meere gibt es nach Darwin einen brennenden (neſſelnden) Seetang. Nach v. Tſchudi braucht man an den Küſten des ſtillen Oceans einen Tang als natürliches Heftpflaſter, Collodium. Die ſchleimige

Fig. 1.



*) Ich muß mich begnügen, dieſer Ueberſicht nur einige wenige Beiſpiele beſonders wichtiger oder intereſſanter Gewächſe beizufügen.

Digitized by Google

Alge Gloeopeltis tenax aus dem chinesischen Meere wird von den Chinesen häufig als Leim und Firniß gebraucht; auch machen sie aus ihr Laternen und Fensterscheiben. Fig. 2, 3 stellen Diotoma tenue Kütz. und D. marinum Lyngb., 4 und 5 Fucus vesiculosus Linn., a. den Blasentang dar. Die ersten Lebensstadien mancher, z. B. der den rothen Schnee der Alpen oder den Blutregen bildenden sind den einfachsten Thieren ähnlich. (Vergl. in meinem Werke: „Zur Kenntniß mikroskopischer Lebensformen," Bern, 1852, den Abschnitt Phytozoidia.) — 7. Lichenes, Flechten. An der Luft lebende Pflanzen, wachsen

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

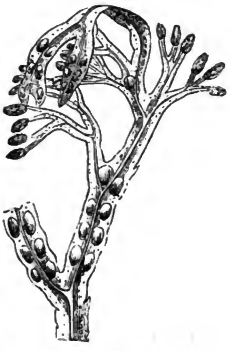


Fig. 5.

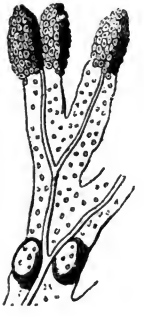


Fig. 6.

häufig in Laub- oder Krustenform auf Felsen, Dachziegeln, Baumrinde, der Erde. Sporen in Fruchthältern oder im Lager- und Fadenstamm selbst. Rennthierflechte, isländisches Moos, Felsenflechte, eßbare Flechte. Fig. 6 bildet die Wandflechte, Parmelia parietina Ach. ab.

Fig. 7.

428. 2. Klasse. Cellulares sexuales. Haben zweierlei Befruchtungsorgane. Hierher als 3. Ordnung Siphonocaulae, Röhrenstänglige, mit der 8. Familie Characeae, Armleuchter, in mancher Beziehung merkwürdigen Wasserpflanzen. 4. Ordn. Muscinae, Moosartige mit Familie, 9. Hepaticae, Lebermoose und 10. Musci, Laubmoose, kleinen, zierlichen, bereits mit einer Axe versehenen Pflänzchen. Die beistehende Fig. 7 stellt ein Hypnum, Astmoos, dar.

Digitized by Google

2. Abtheilung. Cryptogamae Vasculares.

Fig. 8.

429. 3. Klasse. Vasculares, Gefäßkryptogamen. Haben in Stamm und Wurzel Bündel von Ring-, Spiral- und Netzgefäßen. 5. Ordn. Filicinae, Farrnartige. Stamm ungegliedert, mit deutlichen Blättern. 11. Filices, eigentliche Farrn, wie die Hirschzunge, Engelsüß, Adlerfarrn. 12. Ophioglosseae, 13. Lycopodiaceae, Bärlappe; die Sporen einiger unter dem Namen Hexenmehl bekannt. 14. Isoëtaceae. 15. Rhizocarpeae. 6. Ordn. Gonyocaulae, Gliederstenglige. Stengel gegliedert, von tutenförmigen Scheiden umgeben. 16. Equisetaceae, Schafthalme. — Die Abbildung Fig. 8 stellt Lycopodium clavatum, den keulenförmigen Bärlapp dar.

Zweites Unterreich. Plantae Phanerogamae.

Haben geschlossene, selten offene Fruchtblätter mit Eichen, die zu Samen mit Embryo werden.

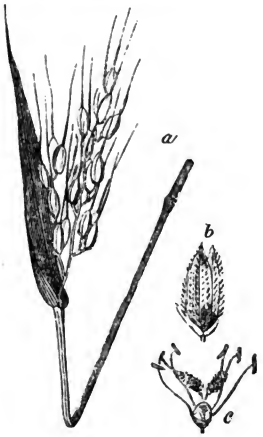
Erste Abtheilung. Monocotyledoneae.

Nur ein Keimblatt (Samenlappen) oder wenn mehrere, wechselständig.

430. 4. Klasse. Epicarpae. Oberfrüchtige. Eierstock frei. 7. Ordn. Glumaceae, Balgblüthige. Perigon frei, zu Schuppen, Borsten, Haaren verkümmert oder fehlend. Pflanzen mit wechselständigen unten scheidenförmigen Blättern. 17. Gramineae, Gräser. Für die Völker der gemäßigten Klimate wohl die wichtigste Pflanzenfamilie; zu welcher außer unsern Getreidearten auch Reis, Zuckerrohr und zahlreiche, unsere Wiesen mit bildende Futtergräser gehören. 18. Cyperaceae, Rietgräser ꝛc. 8. Ordn. Juncinae, Graslilien. 19. Restiaceae, 20. Juncaceae. 21. Xylideae. 22. Commelinaceae. 9. Ordn. Helobiae, Sumpflilien. 23. Najadeae 24. Podostomeae, 25. Juncagineae, Simsen, 26. Alismaceae, 27. Butomeae. 10. Ordn. Aroideae, Aronartige. 28. Callaceae; manche Arum werden in Tropenländern wegen ihrer eßbaren Wurzelstöcke kultivirt. 29. Orontiaceae, Kalmus ꝛc. 30. Pandaneae; mehrere Pandanus, tropische Bäume, haben eßbare, wohlriechende Früchte oder Samen. Die Taguanuß, Frucht von Phytelephas macrocarpa Ruiz et Pavon in Neugranada hat Eiweiß im Samen so hart und weiß wie Elfenbein, aus dem die Indianer und Engländer allerlei Geräthe und

Digitized by Google

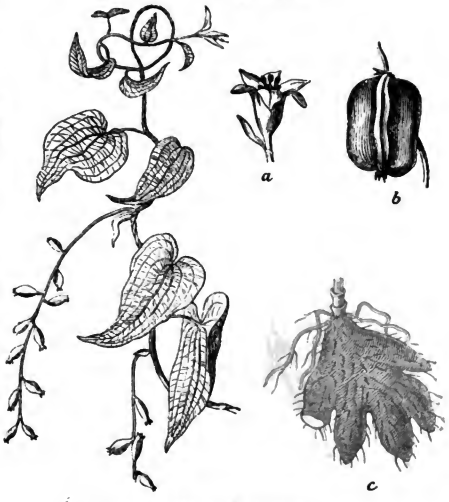
Spielwaaren ſchneiden. 31. Typhaceae, Mooskolben. 11. Ordn. Palmae. 32. Palmae, Palmen. Wunderbare tropiſche und ſubtropiſche baumartige Pflanzen mit ſehr verſchieden geſtaltetem Stamm, fächer- oder fiederförmigen ungeheuren



Gemeiner Reis.

Cocospalme.

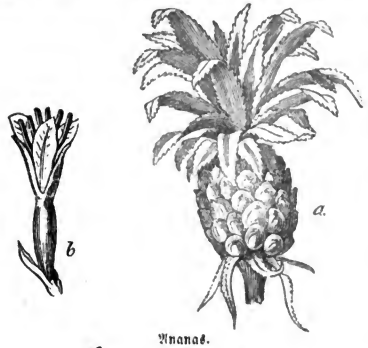
Kalmus.



Dioscorea sativa. Yamswurzel.

Digitized by Google

Blättern, sehr zahlreichen kleinen Blüthen und großen Früchten. Zellgewebe des Stammes an Stärkemehl reich (Sago!), Frucht und Samen manchmal eßbar oder fettes Oel liefernd; der zuckerreiche Saft im Stamme von mehreren dient zu Bereitung des Palmweins, die jungen Sprossen und Gipfelkohl als sogen. Palmkohl eßbar ꝛc. Bekannt sind Kokospalme, Dattelpalme, Arekapalme, Drachenblutpalme, Fächerpalme ꝛc. 12. Ordn. Liliaceae, Liliengewächse. 33. Asphodeleae, Laucharten, Meerzwiebel, Hyacinthen ꝛc. 34. Colchicaceae, hieher unter andern die Herbstzeitlose; 35. Smilaceae, Spargel, Einbeere, Maiglöckchen; 36. Dioscoreae, Yamswurzeln. — Zweifelhaft hinsichtlich ihrer Stellung sind die Fam.: Pontederiaceae, Cyclantheae, Lemnaceae (Wasserlinsen, vielleicht neben die Orontiaceae zu ordnen) Philhydreae. —



Ananas.

431. 5. Klasse. Hypocarpae. Unterfrüchtiger Eierstock der Blüthendecke angewachsen. 13. Ordn. Ensatae, Schwertblätterige. 37. Burmanniaceae, 38. Hypoxideae, 39. Haemadoraceae, 40. Irideae, Schwertlilien, Siegwurz, 41. Amaryllideae, Narcissen, Schneeglöckchen ꝛc. 42. Bromeliaceae, Ananas, Agave; Agave potatorum Zucc., die Magueypflanze wurde schon vor den Europäern in Mexico gebaut; der aus dem abgeschnittenen Schaft fließende gährende Saft gibt das bekannte Getränk Pulque. 14. Ordn. Orchidinae, Orchisgewächse. 43. Orchideae. Meist Kräuter, oft

Vanille.

Digitized by Google

Ingwer, Zingiber officinale.

knollentragend, mit blumenartigem, höchst mannigfaltig, oft seltsam gestaltetem Perigon, Staubgefäße mit dem Griffel zu einer Befruchtungssäule verwachsen; Blätter gegenständig. Man kennt über 1000 Arten; die größten und prächtigsten in Mexico; die Blüthen von Stanhopea bis 7½ Zoll groß. Hieher auch die Vanille, deren schotenartige Früchte das bekannte feine Gewürz sind. — 15. Ordn. Scitamineae, Bananengewächse. 44. Amomeae, von dieser Familie Ingwer, Kurkuma; 45. Cannaceae, von Maranta arundinacea u. and. das Pfeilwurzelmehl,

Pisang, Musa paradisiaca.

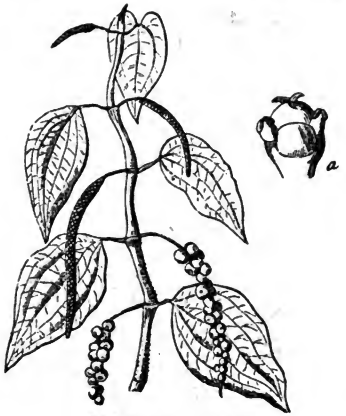
Digitized by Google

Arrow-Root 46. Musaceae, Musa paradisiaca, Piſang, Paradiesfeige, in allen Tropenländern, z. Th. ſeit Jahrtauſenden kultivirt. — 16. Ordn. Hydrocharidinae. 47. Hydrocharideae, Froſchbiß. — Noch unſicher rückſichtlich ihrer Verwandtſchaften ſind die Apostasieae.

2. Abtheilung. Dicotyledoneae.

Mit zwei gegenüber oder mehreren im Wirtel ſtehenden Keimblättern.

432. 6. Klaſſe. Apetalae seu Perigoniatae, Perigonblüthige. Blüthen nackt oder nur mit einer einfachen Decke. 17. Ordn. Ceratophyllinae, Hornblattgewächſe. 48. Ceratophylleae. 18. Ordn. Aristolochieae, Oſterluzeigewächſe. 49. Balanophoreae, 50. Cytineae; hieher die wunderbare javaniſche Schmarotzerpflanze Rafflesia, mit rieſiger, 2 Fuß großer Blume; 51. Asarineae, Haſelwurz ꝛc. 52. Tacceae; aus dem Mehl der Wurzelknollen von Tacca wird in Indien und Oceanien Brod bereitet. — 19. Ordn. Piperinae, Pfefferartige. 53. Samureae, 54. Piperaceae;

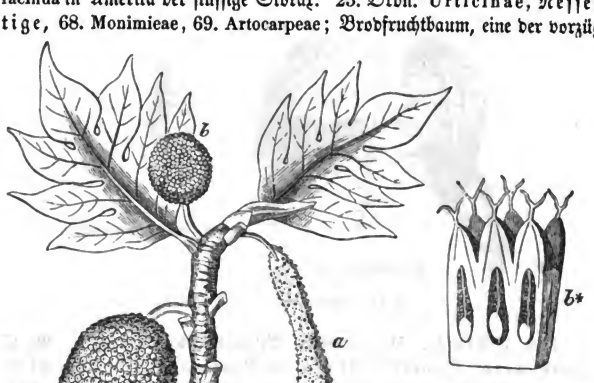


Pfefferſtrauch, Piper nigrum.

der gewöhnliche Pfeffer kommt von Piper nigrum. 55. Chlorantheae. 20. Ordn. Coniferae, Zapfenbäume. Ohne Perigon, manche mit Schuppen ſtatt deſſelben, Eichen bloßliegend, Früchte beerenartig oder einen Zapfen darſtellend, Blätter meiſt ſtarr, immergrün. Dieſe wunderlichen, meiſt dem Norden und den Gebirgen angehörenden, ſchon in ſehr alten Zeiten auf der Erde vorhandenen Bäume enthalten namentlich viel Harz und ätheriſches Oel. 56. Cycadeae, immergrüne tropiſche Bäume, den Palmen oder baumartigen Farrn ähnelnd, mit viel Amylon im Stamm, das zu Sago und Brod dient; 57. Abietinae; hieher unſere Fichten, Tannen, Lärchen; 58. Cupressinae, Cypreſſen, Lebensbaum, Wachholder; 59. Taxeae, Taxus- oder Eibenbaum. — 21. Ordn.

Digitized by Google

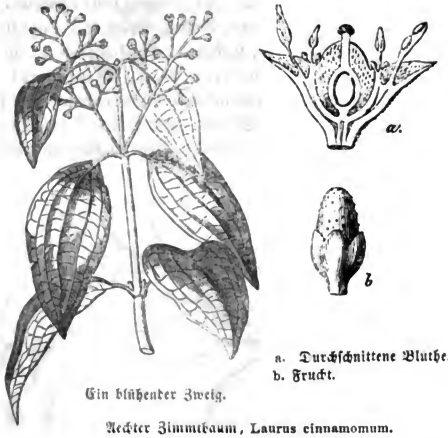
Amentaceae, Kätzchenbäume. Das Perigon fehlt bisweilen. 60. Casuarineae. 61. Myriceae, 62. Betulaceae, Birken, Erlen, 63. Cupuliferae, Hainbuche, Haselstaude, Eiche, Buche, Kastanie. 64. Juglandeae, Wallnußbaum, 65. Ulmaceae, Rüstern. 22. Ordn. Iteoideae, Weidenartige. 66. Salicinae, Weiden, Pappeln. 67. Balsamifluae, Amberbäume; von Liquidambar styraciflua in Amerika der flüssige Storax. 23. Ordn. Urticinae, Nesselartige, 68. Monimieae, 69. Artocarpeae; Brodfruchtbaum, eine der vorzüg-



Brodfruchtbaum, Artocarpus incisa.

lichsten Nahrungspflanzen, auf den Südseeinseln einheimisch; Platane, Feige, Maulbeerbaum, Antscharbaum auf den indischen Inseln mit sehr giftigem Milchsaft, der südamerikanische Milch- oder Kuhbaum, Galactodendron utile Kunth.; 70. Urticeae, Hopfen, Hanf, Nessel. 24. Ordn. Fagopyrinae, Buchweizenartige. 71. Begoniaceae. 72. Polygoneae; der gemeine Buchweizen stammt aus Mittelasien. 73. Nyctagineae. — 25. Ordn. Proteinae. 74. Laurineae. Lorbeer, Zimmtbaum, Sassafrasbaum. 75. Santalaceae; von den Sandelholzbäumen Ostindiens und Polyniens kommt das wohlriechende, dort als Heilmittel dienende Sandelholz; 76. Elaeagneae; Nyssa aquatica, der Gummibaum an der Küste des wärmeren Nordamerika's, hat einen glatten Stamm, der an der Basis angeschwollen ist und hohl den Negern manchmal als Bienenstock dient. 77. Thymeleae; gemeiner Seidelbast, eine ätzend scharfe Giftpflanze; 78. Aquilarineae, 79. Proteaceae. — Noch nicht sicher bekannt ist die Stellung der Datisceae, Penaeaceae, Hernandieae, Antidesmeae, Lacistemeae, Nepentheae; die Nepenthes entwickeln durch eine besondere Anamorphose des Blattes merkwürdige Schläuche, in welchen wässrige Flüssigkeit in ziemlicher Menge abgeschieden wird, welche in den Wäldern Indiens und Amerika's bisweilen Reisenden zum Labsal dient.

Digitized by Google



a. Durchschnittene Bluthe.
b. Frucht.

Ein blühender Zweig.

Aechter Zimmtbaum, Laurus cinnamomum.

433. 7. Klasse. Monopetalae. Blumenblätter verwachsen. 26. Ordn. Aggregatae, Häufelblüthige. 80. Plantagineae, Wegeriche. 81. Plumbagineae, 82. Globularieae, 83. Dipsaceae, Skabiosen, Weberkarden. 84. Valerianeae, gemeiner Feldsalat, gebräuchlicher Baldrian; letzterer eine unserer geschätztesten inländischen Arzneipflanzen. — 27. Ordn. Compositae, Zusammengesetzte. 85. Calycereae, 86. Synanthereae; Staubbeutel in eine Röhre verwachsen, woher der Name; bei uns meist Kräuter mit dicht in ein Köpfchen gehäuften Blüthen. Größte Familie des Pflanzenreiches, wohl 10,000 Arten bekannt; über die ganze Erde verbreitet; unter ihnen viele Arznei- und Zierpflanzen; Huflattich, Aster, Dahlie, Sonnenblume, Kamille, Wohlverlei, Schafgarbe, Flockenblume, Saflor, Artischoke, Ringelblume, Cichorie, Schwarzwurz, Lattich, Habichtskraut, Maßliebchen ꝛc. — 28. Ordn. Campanulinae, Glockenblüthige. 87. Goodenovieae. 88. Stylidieae. 89. Lobeliaceae. 90. Campanulaceae; zu letzteren die eigentlichen Glockenblumen und die Rapunzel. — 29. Ordn. Ericinae, Haidenartige. 91. Vaccineae, Heidelbeere, Preußelbeere. 92. Monotropeae. 93. Ericeae; das gemeine Haidekraut, Calluna vulgaris überzieht namentlich in Norddeutschland weite Strecken. 94. Epacrideae. 30. Ordn. Styracinae. 95. Styraceae, Storax- und Benzoebaum liefern wohlriechende Harze. 96. Ebenaceae; hieher die italienische Dattelpflaume. 97. Sapoteae. — 31. Ordn. Myrsineae. 98. Ardisiaceae, 99. Primulaceae. Schlüsselblume, Aurikel, Schweinsbrod. — 32. Ordn. Labiatiflorae, Lippenblüthige. 100. Lentibularieae, 101. Scrophularinae, Ehrenpreis, Löwenmaul, Fingerhut, Wollblume. 102. Orobancheae, 103. Gessnerieae, 104. Cyrtandraceae, 105. Sesameae, 106. Myoporineae, 107. Selagineae, 108. Verbenaceae, Eisenkraut, Teekbaum, letztere in Ostindien, Holz zum Schiff-

Digitized by Google

bau am meiſten geſchätzt; 109. Labiatae, eine anſehnliche Familie von Kräutern oder Sträuchern mit vierkantigem Stengel, häufig gewürzhaft oder aromatiſch-bitter; Baſilienkraut, Lavendel, Minze, Rosmarin, Salbei, Bohnenkraut, Majoran, Thymian, Meliſſe ꝛc. 110. Acanthaceae, 111. Bignoniaceae. 33. Ordn. Tubiflorae, Röhrenblüthige. 112. Polemoniaceae, 113. Hydroleaceae, 114. Convolvulaceae; mehrere Windenarten ſind Zierpflanzen, die Knollen der Batatenwinde werden zwiſchen den Tropen wie Kartoffeln benützt; 115. Cuscuteae, 116. Solanaceae, eine anſehnliche, über die warme und die gemäßigte Zone verbreitete Familie mit narkotiſchem oder narkotiſch-ſcharfem Stoff, daher eine Anzahl giftig oder heilkräftig. Die Kartoffelpflanze gehört zur Sippe der Nachtſchatten, ſtammt aus Peru und Chili; alle bis jetzt vorgeſchlagenen Surrogate (auch die von den Indiern Nordamerika's häufig genoſſenen Knollen des Saagaban oder Pennataan, Glycine apios Linn. und des Musquaſch, Claytonia virginiana Linn.) können die Kartoffeln nicht erſetzen, wie überhaupt die Zahl vorzüglicher Nahrungspflanzen eine ſehr beſchränkte iſt. Judenkirſche, Tollkirſche, Bilſenkraut, Stechapfel, Tabak; die drei Arten, welche kultivirt werden, ſind im tropiſchen Amerika zu Hauſe und erlangten eine räthſelhaft ſchnelle Verbreitung bei den Völkern des Occidents und Orients, 117. Hydrophylleae, 118. Borragineae, Borretſch, Vergißmeinnicht, Natternkopf, Steinſame, Beinwurz. — 34. Ordn. Contortae, Drehblüthige. 119. Gentianeae; Fieberklee, Enzian; der Enzianbranntwein wird in der Schweiz aus den

Kaffeebaum, Coffea arabica.

Digitized by Google

Wurzeln des gelben und purpurblüthigen Enzians bereitet; Tausendguldenkraut. 120. Asclepiadeae, Schwalbenwurz, Seidenpflanze; 121. Apocyneae, Krähenaugenbaum, Oleander, Sinngrün. 122. Logancae. — 35. Ordn. Rubiacinae, Krappe. 123. Lygodysodeaceae. 124. Stellatae, Waldmeister, Färberröthe. 125. Cinchonaceae; die Chinarinde kommt von zahlreichen Arten der Sippe Cinchona, Bäume Peru's und Kolumbiens; Brechwurz; Kaffeebaum; im gebirgigen Theil des glücklichen Arabiens heimisch, jetzt in vielen heißen Ländern kultivirt; die Blätter enthalten nach Blume das eigentliche Theein, was allen bis jetzt gebrauchten Theesurrogaten entschieden fehlt; 126. Caprifoliaceae, Geißblatt ꝛc. 127. Viburneae, Hollunder, Schneeball. — 36. Ordn. Ligustrinae. 128. Jasmineae. 129. Oleinae; hieher Esche, Flieder, Hartriegel, Oelbaum. — Noch ungewiß ist die Stellung der Sphenocleaceae, Columellieae, Napoleoneae, Cyphiaceae, Roussaeaceae, Stilbineae.

434. 8. Klasse. Polypetalae, Blumenblätter getrennt. — 37. Ordn. Lorantheae, Misteln. 130. Loranthaceae. — 38. Ordn. Umbelliferae, Schirmblüthige. Meist kräuterartige Gewächse mit oft vielfach zertheilten Blättern und Blüthen in Dolden, seltener in Köpfchen. Eine große, in der Mehrzahl ihrer Arten der gemäßigten nördlichen Zone angehörende Familie; sie enthalten ätherische Oele und Gummiharze, sind daher zum Theil Heil- und Gewürzpflanzen, einige auch durch scharf-narkotische Stoffe giftig; die Wurzeln mancher kultivirten Arten dienen zur Nahrung. Wasserschierling, Sellerie, Petersilie, Kümmel, Anis, Fenchel, Hundspetersilie, Engelwurz, Dill, Pastinak, Möhre, Körbel, Koriander, gefleckter Schierling ꝛc. 132. Araliaceae. 133. Hederaceae; Epheu ꝛc. 134. Hamamelideae. — 39. Ordn. Cocculinae, Kockeln. 135. Berberideae, Sauerdorn ꝛc. 136. Menispermeae; die giftigen Früchte des korkigen Kockels werden in Ostindien zu Betäubung und Fang der Fische und Vögel angewendet. — 40. Ordn. Trisepalae, Dreikelchblättrige. 137. Myristiceae; hieher der in Ostindien heimische Muskatnußbaum, Myristica moschata Linn. 138. Anonaceae. — 41. Ordn. Polycarpicae, Vielfrüchtige. 139. Magnoliaceae, 140. Dilleniaceae, 141. Paeoniaceae; zu dieser Familie die Gicht- oder Pfingstrose. 142. Ranunculaceae, Hahnenfußartige; eine ziemlich zahlreiche Familie von Kräutern oder Halbsträuchern, meist der nördlichen gemäßigten und kalten Zone, zum Theil der Gebirge; viele sind durch Intensität des diesen Pflanzen eigenen scharfen, flüchtigen Stoffes giftig. Waldrebe, Anemone, Hahnenfuß, Nießwurz, Schwarzkümmel, Ackelei, Rittersporn, Sturmhut. — 42. Ordn. Hydropeltideae, Wasserrosen. 143. Cabombeae, 144. Nelumboneae; die „ägyptische Bohne" der Griechen und Römer von Nelumbo speciosum Willd. 145. Nymphaeaceae; bei uns die gelbe und weiße Seerose; Victoria regia aus Guyana, mit herrlicher Blume. — 43. Ordn. Rhoeadeae. 146. Tremandreae, 147. Polygaleae, 148. Resedaceae. 149. Fumariaceae, 150. Papaveraceae; Kräuter oder Halbsträucher mit gefärbtem narkotisch-scharfem Milchsaft; Schöllkraut, Klatschrose; das Opium wird aus den Kapseln des Gartenmohns, weniger des orientalischen Mohns gewonnen; ersterer wird wegen seiner ölhaltigen Samen angebaut. 151. Cruciferae,

Digitized by Google

Kreuzblüthige; eine sehr natürliche Familie der nördlichen gemäßigten und kalten Zone; haben einen flüchtigen scharfen Stoff; manche sind Gemüse-, andere Zierpflanzen; Färberwaid, Rettig, Kresse, Meerrettig, Brunnkresse, Löffelkraut, Leindotter, Mondviole, Goldlack, Levkoje, Kohl, Senf. 152. Capparideae, Kappernstrauch. — 44. Ordn. Peponiferae, Kürbisfrüchtige. 153. Samydeae, 154. Homalineae, 155. Papayaceae; Carica Papaya, Melonenbaum in Brasilien; 156. Passifloreae, Früchte eßbar, mehrere Passionsblumen werden wegen ihrer Schönheit gezogen; 157. Malesherbiaceae, 158. Turneraceae, 159. Loaseae, 160. Cucurbitaceae; Zaunrübe, Gurke, Melone, Kürbis; 161. Escallonieae, 162. Grossularieae; Stachelbeere, Johannisbeere; 163. Nopaleae oder Cacteae, Fackelbisteln; auf Opuntia coccinellifera Mill., dem Nopal aus Mexiko, wird die Cochenilleschildlaus gezogen; mehrere Cactus werden wegen ihrer eßbaren Früchte gebaut, andere wegen ihrer merkwürdigen Formen und schönen Blüthen gezogen. — 45. Ordn. Cistiflorae, Cistblüthige. 164. Flacourtianeae, 165. Marcgravieae, 166. Bixineae; hieher der Orleanbaum, Bixa Orellana Linn., im heißen Amerika, welcher die gelbe Farbe Orlean oder Ruku liefert; 167. Cistineae, 168. Violarieae; außer unsern Veilchen hieher die Sippe Jonidium, Brechviole, deren Wurzeln in Amerika als Brechmittel gebraucht werden; 169. Sauvagesieae, 170. Sarracenieae, 171. Droseraceae, 172. Parnassieae, 173. Tamariscineae. — 46. Ordn. Guttiferae, Guttigewächse. 174. Frankeniaceae, 175. Hypericineae, Johanniskraut; 176. Garcinieae, das Gummigutt kommt hauptsächlich von dem Baume Garcinia ceylanica Bosc. — 47. Ordn. Caryophyllinae, Nelkenblüthige. 177. Chenopodieae, Gänsefuß, Melde, Spinat, Mangold, Erdbeerspinat, Salzkraut; die Runkelrübe ist eine Unterart des gemeinen Mangolds; zur Zuckergewinnung wird vorzüglich die gelbe Runkelrübe und rothe Ringelrübe angewendet. 178. Amaranthaceae, 179. Phytolacceae, 180. Scleranthеae, 181. Paronychieae, 182. Portulaceae, 183. Alsineae, 184. Sileneae, Nelke, Lichtnelke, Seifenkraut. — 48. Ordn. Succulentae, Saftgewächse. 185. Nitrariaceae, 186. Ficoideae; hieher die Zaserblume, Mesembryanthemum; 187. Crassulaceae, Hauswurz, Mauerpfeffer; 188. Saxifrageae, Steinbrecht, zierliche Pflanzen meist der Gebirge, Hortensie; 189. Cunonaceae. — 49. Ordn. Calyciflorae, Kelchblüthige. 190. Halorageae, Lythrarieae, Onagrarieae; hieher Weidenröschen, Nachtkerze, Fuchsie; 193. Philadelpheae; Pfeifenstrauch, unächter Jasmin; 194. Rhizophoreae; der gemeine Manglebaum, Rhizophora Mangle und einige verwandte Formen bilden, indem sie Luftwurzeln treiben, die sich wieder in den Boden hinabsenken und aus welchen dann wieder neue Stämme emporschießen, zusammenhängende Wälder und schützen so die tropischen Meeresküsten gegen Wegschwemmung; 195. Vochysiaceae, 196. Combretaceae. — 50. Ordn. Calycanthinae, Kelchblumige. 197. Granateae; Punica Granatum, Linn. ist der Granatbaum; 198. Calycantheae. — 51. Ordn. Myrtinae, Myrtenblüthige. 199. Memecyleae, 200. Melastomaceae; meist Bäume Südamerika's, deren eßbare Früchte den Mund schwarz färben, woher der Name; 201. Lecythideae, 202. Myrtaceae; das Cajeputöl kommt von dem indischen

Digitized by Google

Gewürznelke, Caryophyllus aromaticus.

Baume Melaleuca Cajeputi; die Gewürznelken sind die ungeöffneten, getrockneten Blüthen des ursprünglich molukkischen Baumes Caryophyllus aromaticus; der Piment oder Nelkenpfeffer kömmt von dem westindischen Myrtus Pimenta, die gemeine Myrte wird auch bei uns als Zierpflanze gezogen. — 52. Ordn. Lamprophyllae, Glanzblättrige. 203. Camelliaceae, Camellia, Thee; 204. Ternstroemiaceae, 205. Chlenaceae. — 53. Ordn. Columniferae, Säulenfrüchtige. 206. Dipterocarpeae, 207. Tiliaceae, Linden; 208. Sterculiaceae, 209. Büttneriaceae; hieher der südamerikanische Kakaobaum, Theobroma Cacao, aus dessen Samen die Chokolade bereitet wird; 210. Herrmanniaceae, 211. Dombeyaceae, 212. Malvaceae, Affenbrodbaum, Adansonia digitata im tropischen Afrika; Ceibabaum, Bombax, in Indien und tropischem Amerika, Baumwollstrauch, Eibisch, Malve ꝛc. — 54. Ordn. Gruinales, Storchschnabelblüthige. 213. Balsaminae; Gartenbalsamine, Springkraut; 214. Hydrocereae, 215. Tropaeoleae, Kapuzinerkresse; 216. Geraniaceae, Geranien, Pelargonien; 217. Lineae, Flachs, Lein; 218. Oxalideae, Sauerklee. — 55. Ordn. Ampelideae. 219. Sarmentaceae; hieher die Weinrebe, Vitis vinifera Linn., ein Strauch mit klimmenden Aesten, wahrscheinlich zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere heimisch, seit dem Anfang der Geschichte kultivirt. 220. Leeaceae, 221. Meliaceae, 222. Cedre-

Theestrauch, Thea chinensis.

Digitized by Google

Baumwollenpflanze, Gossypium herbaceum.

leae, Mahagonibaum. — 56. Ordn. Malpighinae. 223. Malpighiaceae, 224. Acerineae, Ahorne, 225. Coriarieae, 226. Erythroxyleae, 227. Sapindaceae, 228. Hippocastaneae; die gemeine Roßkastanie stammt aus Tübet und Persien; 229. Rhizoboleae. — 57. Ordn. Tricoccae, Schneller. 230. Stockhauseae, 231. Euphorbiaceae, Buchs, Wolfsmilch, Wunderbaum, das Oel der Samen von letzteren häufig als Purgirmittel gebraucht; der eingetrocknete Milchsaft des ächten Federharzbaumes, Siphonia elastica Pers. in Südamerika ist das Federharz; Iatropha Manihot Linn. wird wegen sehr mehlreicher Wurzel in Amerika häufig gebaut; das Mehl muß aber von dem scharfen giftigen Milchsaft befreit werden; der ausgepreßte Saft der Blätter soll ein gutes Mittel gegen Vergiftung mit demselben seyn. 232. Empetreae, 233. Bruniaceae, 234. Rhamneae; der gemeine Wegdorn, Rhamnus cathartica, enthält einen scharfen, purgirenden Stoff; 235. Aquifoliaceae, 236. Pittosporeae, 237. Celastrineae, 238. Hippocrateaceae, 239. Staphylaeaceae; die gemeine Pimpernuß, Staphilaea pinnata, ein bekannter Zierstrauch. — 58. Ordn. Terebinthinae, Balsamgewächse. 240. Ochnaceae, 241. Simarubeae, 242. Zanthoxyleae, 243. Diosmeae, Diptam; 244. Rubiaceae, Gartenraute, 245. Zygophylleae, 246. Aurantiaceae, Orangen- und Citronenbaum, stammen aus dem tropischen Asien und werden in allen wärmeren Ländern kultivirt; 247. Amyrideae. 248. Connaraceae, 249. Cassuvieae, die ächte Pistacie, Pistacia vera, ein in Persien und Syrien heimischer Baum, wird wegen ihrer wohlschmeckenden Samen in allen Ländern um das Mittelmeer angepflanzt. — 59. Ordn. Rosiflorae, Rosenblüthige. 250. Pomaceae; hieher Apfel- und Birnbaum, Mispel; 251. Rosaceae; Brombeere, Erdbeere, Rose; die hundertblätterige Rose, die schönste aller Blumen, soll aus Kaukasien stammen; 252. Sanguisorbeae, 253. Spiraeaceae; mehrere Spiraea, Spierstauden, beliebte Ziersträucher; 254. Amygdaleae; Pflaumen-, Zwetschen-, Kirschen-, Pfirsich-, Aprikosen- und Mandelbaum, aus Asien stammend; 255. Chrysobalaneae. 60. Ordn. Leguminosae, Hülsengewächse. 256. Papilionaceae, Schmetterlingsblüthige, von der eigenthümlichen Form ihrer un-

Digitized by Google

regelmäßigen Blumenkrone so genannt, eine der größten Familien; hieher Bohnen, Erbsen, Linsen, Wicken, Esparsette, Klee, Robinie; Robinia Pseudoacacia; der gemeine Akazienbaum stammt aus Nordamerika; Süßholz, Indigo ꝛc. 257. Swartzieae, 258. Caesalpinieae, 259. Mimoseae, letztere mit meist doppelt gefiederten, zarten Blättern; Mimosa sensitiva, die empfindliche Sinnpflanze, und verwandte Formen legen bei der leisesten Berührung ihre Blättchen zusammen. — Die Stellung der in diese Klasse gehörigen Alangieae, Moringeae, Olacineae, Neuradeae, Galacineae, Callitrichineae ist noch auszumitteln.

e) Von der Vertheilung der Pflanzen über den Erdkörper.

435. Der Raum, inner welchem eine Pflanzenart vorkömmt, heißt deren Verbreitungsbezirk. In ihm befinden sich die einzelnen Fundorte und Standorte; unter letzteren versteht man den physischen Grund, auf welchem eine Pflanze wächst, zunächst die Erde oder das Wasser oder andere Organismen. *) Bei der Erde lassen sich wieder Fels, Gerölle, Sand, Torf, Wiese, Wald, Strand ꝛc. unterscheiden, beim Wasser Meer- oder Süßwasser, See, Fluß, Graben; die parasitischen Pflanzen wachsen auf Gewächsen oder Thieren. Der Verbreitungsbezirk hat Längen-, Breiten- und Höhengränzen; umfaßt mehrere Breiten-, noch mehr Längengrade, nach der Vertikale ein bis mehrere tausend Fuß; die Pflanzen sind über ihre Bezirke ungleichmäßig vertheilt. Die Verbreitungsbezirke greifen ineinander, durchdringen sich gleichsam, so daß fast auf jedem Areal verschiedene Pflanzen durcheinander wachsen.

436. Es gibt Pflanzen, welche streckenweise so dicht wachsen, daß sie fast alle anderen Arten ausschließen oder zurücktreten lassen; dieß sind die geselligen Pflanzen, plantae sociales. A. v. Humboldt nimmt 16 Pflanzenformen an, welche vorzüglich die vegetabilische Physiognomie der Gegenden bestimmen: 1) Palmen, 2) Bananen, 3) Malven, 4) Mimosen, 5) Haiden (mit Passerinen, Guidien, Epacrideen ꝛc.), 6) Cactus, 7) Orchideen, 8) Casuarinen, 9) Nadelhölzer, 10) Laubhölzer, 11) Pothosgewächse (Orontiaceen), 12) Aloen, 13) Gräser, 14) Lilien, 15) Weiden, 16) Farrn. Manche fügen Myrten, Lorbeeren, Melastomen bei, ebenso Flechten, welche im hohen Norden ganze Gegenden überziehen, und Tange. Darwin sah in Montevideo ungeheure undurchdringliche Kardendistel- und Distelfluren. Es gibt Gegenden, wo auch die Pflanzenwelt wild und ungastlich ist: an der Mündung des Rio Negro in Patagonien sind alle Gesträuche mit furchtbaren Dornen bewehrt. — Die meisten Pflanzen wachsen nicht gesellig, sondern einzeln (sporadisch). Oft sind ähnliche Formen zusammengruppirt und bilden so die verschiedenen Arten der Wälder (Urwald, Vorwald, Hain, Gebüsch) und Fluren (Haide, Steppe, Wüste, Matte, Trift, Moor, Sumpf),

*) Nicht bloß die Pflanzen, sondern auch die Thiere haben vegetabilische Schmarotzer; die kleine Alge Achlya prolifera z. B. vermehrt sich oft auf lebenden Wasserthieren unglaublich schnell, macht sie krank und tödtet sie auch.

Digitized by Google

Verhältnisse, welche mächtig auf das Gemüth des Einzelnen, ja auf Geist und Lebensweise ganzer Nationen wirken. *)

437. In Beziehung auf die Temperatur fällt das ganze Pflanzenreich zwischen 0° und 80° R; manche Pflanzen gedeihen in Gegenden von 0° mittlerer Jahrestemperatur und im Schnee, einige in Quellen von Siedhitze. Die Sonne erscheint als der vorzüglichste Regulator der Pflanzenverbreitung; Orte von gleichen Isothermen haben ähnliche Vegetation. Man kann die gewöhnlich angenommenen kalten und gemäßigten, so wie die heiße Zone in Unterabtheilungen bringen, welche ihre eigenen Charakterfloren haben. Im Ganzen nimmt die Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt, die Formenzahl vom Aequator nach den Polen immer mehr ab; ein tropischer Urwald besteht aus Hunderten von Baumarten, ein Wald der gemäßigten Zonen nur aus wenigen. Ferner nimmt Größe und Seltsamkeit der Formen ab; Farrn, Gräser, Liliaceen, (z. B. Dracaena draco) erscheinen bei uns nur als Kräuter, in der heißen Zone in Baumform. Dort ist Vieles kolossal, phantastisch; man findet die kräftigsten Arzneipflanzen, die feinsten Gifte, lebhaftesten Farben bei erstaunlicher Formenfülle und Mannigfaltigkeit. Die Bäume des Urwalds, mit zahlreichen Parasiten bedeckt, sind durch zahllose Schlingpflanzen zu undurchdringlichem Dickicht verbunden, der Boden so dicht von Pflanzen bedeckt, daß man stellenweise nur mühsam zu ihm gelangen kann. Die subtropischen Zonen haben viele Palmen, baumartige Gräser, zahlreiche Bäume mit dicken, glänzenden Blättern und herrlichen Blüthen oder zartem Fliederlaube. Die wärmere gemäßigte Zone der alten und neuen Welt hat viele Laubhölzer mit immergrünen Blättern und Dornsträuchern, auch bereits manche subtropische Formen; die kältere gemäßigte hat weniger Arten, aber zahlreichere Individuen blattwechselnder Waldbäume und dunkler Nadelhölzer, liebliche grüne Matten; die kalte Zone hat keine Bäume mehr und sonst fast nur perennirende Pflanzen.

438. Mit der Erhebung über die Meeresfläche nimmt die Temperatur und mit ihr die Vegetation immer mehr ab; an der Schneegränze hört dieselbe so viel als ganz auf. Weil die Schneegränze je näher dem Aequator desto höher liegt (unter dem Aequator in 14—16000′, in den Alpen schon in

---

*) Keine Wälder finden sich in den Polargegenden, im afrikanischen Wüstengürtel, den Salzsteppen Westasiens und Südrußlands, in der Mongolei und Tübet, den Prairien am Missouri und Mississippi, den Savannen Florida's, den großen Hochebenen in Nordamerika, des Llanos und Pampas Südamerika's. (Feuerland ist nach Darwin mit dichten Wäldern bedeckt, die Falklandsinseln haben gar keinen Baum.) Schouw nimmt folgende Waldgürtel an: 1) Gürtel der Nadelwälder, 2) der Kätzchenbäume, 3) der formenreichen Wälder (größtentheils innerhalb der Wendekreise, 4) der Wälder mit steifem Laub, in Südafrika und besonders in Neuholland und Vandiemensland; Baumarten sind hier zwar sehr zahlreich, aber fast alle mit lederartigen, blau- oder graugrünen, vertikal stehenden, bleibenden Blättern, die Wälder deßhalb wenig schattenreich, leblos von Ansehen.

Digitized by Google

8000—8400′) so werden die höchsten Gebirge desto mehr Vegetationsregionen besitzen, jede zu 1900—2000′ vertikaler Erhebung gerechnet, je näher sie am Aequator liegen; desto weniger, je näher gegen die Pole. Sie folgen sich an den tropischen Gebirgen von unten nach oben so: 1) Region der Palmen und Bananen, 2) der Farrnbäume und Feigen, 3) der Myrten und Lorbeeren, 4) der immergrünen Laubhölzer, 5) der zartblättrigen Laubhölzer, 6) der Nadelhölzer, 7) der Alpensträucher, 8) der Alpenkräuter. Am Pik von Teneriffa fehlt die unterste Region, an den Alpen fehlen die vier, am Sulitelma in Lappland die fünf untersten Regionen. Einige Moose und Flechten scheinen in allen Zonen und Regionen vorzukommen.

439. Nicht bloß die mittlere Jahrestemperatur bestimmt indeß die Vegetation eines Landes, sondern auch die Vertheilung der Wärme auf die verschiedenen Jahreszeiten; es kommen also nicht bloß die Isothermen, sondern auch die Isotheren und Isochimenen (vergl. §. 322) in Betracht. In den Polar- und Alpengegenden gedeihen nur noch Pflanzen, welche neben kurzer Sommerwärme lange und strenge Winterkälte ertragen. Insel- und Küstenklima haben bei gleicher Mitteltemperatur geringere Differenzen der Sommerwärme und Winterkälte, was einen besondern Vegetationscharakter bedingt. — Die Temperatur des Bodens ist der der Luft nicht ganz gleich, weil der Boden die Wärme schlechter leitet, als die Luft; er ist daher in kälteren Gegenden wärmer, in heißen kälter als die Luft, und die Geoisothermen oder Linien gleicher Bodenwärme weichen von den Isothermen etwas ab. Weil wegen der schlechtern Wärmeleitung des Bodens dessen Temperatur nach der Höhe etwas langsamer abnimmt, als die der Luft, so kann sich die Pflanzenwelt nach der Höhe etwas weiter ausbreiten, als es die Lufttemperatur für sich gestatten würde. — Benachbarte Vulkane, brennende Steinkohlenflötze, Thermen, Salzquellen modifiziren die Vegetation bedeutend. Die Temperatur des Meeres bietet minder große Differenzen als die des Landes und weniger Wechsel als die der Luft; die Meervegetation entwickelt viel geringere Mannigfaltigkeit als die des Landes und umfaßt größtentheils Kryptogamen, vor allem Algen; Eisfelder beschränken sie gegen den Nordpol um den 80°, gegen den Südpol schon im 74° der Breite. Unter 200′ Tiefe scheinen keine Pflanzen im Meere mehr zu wachsen; Strand und seichte Küsten sind oft ganz bedeckt von Tangen, das sogen. Mar de Sargasso bei den Azoren ist erfüllt von Sargassum vulgare und bacciferum.

440. Nächst der Wärme hat die Feuchtigkeit den größten Einfluß auf die Vertheilung der Pflanzen; sie ist namentlich durch die Hydrometeore bedingt. Ohne viel Feuchtigkeit ist keine üppige Vegetation denkbar; sie begünstigt die Wälder und dünnblätterigen Pflanzen, während in einem trockenen Klima Pflanzen mit saftlosen oder keinen Blättern, mit Haaren und Stacheln, oder Zwiebelgewächse und Saftpflanzen gedeihen. Wie üppig die Vegetation der feuchtheißen indischen Inseln, wie arm jene mancher arabischen Küsten und Berge! — Auch die Winde bedingen in gewissem Grade die Pflanzenwelt, indem sie Feuchtigkeit oder Wärme zu- und wegführen. So prangt die Ostseite der Aequatorial-Andes in herrlichem Pflanzenschmuck, die Westseite ist dürr und kahl; in

Digitized by Google

Chile ist das Verhältniß umgekehrt. Winde wirken auch mechanisch, indem sie Pollen, Samen, Früchte verbreiten.

441. Von der Bodenbeschaffenheit hängt eine gewisse Zahl von Pflanzen mehr oder minder ab; hier kommen sowohl Consistenz, Capazität für Wasser, Wärme, Sauerstoff, als die chemische Zusammensetzung in Betracht; die Vertheilung der für die Ernährung der Pflanzen nöthigen Substanzen bewirkt eine ärmere oder reichere Vegetation. Nackte Felsen können sich nur mit Flechten bekleiden; bei etwas weiter gehender Verwitterung erscheinen Moose und einige Gräser. Kieselerde, Kalkerde, Thon- und Talkerde sind die am häufigsten im Boden vorkommenden und stehen in Beziehung zum Vorkommen bestimmter Pflanzenarten. Noch bedeutenderen Einfluß üben einige Alkalien; Natron und Kali, in größerer Menge vorhanden, rufen stets die eigenthümlichen Salzpflanzen (Salsola, Salicornia, Anabasis, manche Mesembryanthemum und Chenopodium) hervor, welche deßhalb nicht bloß am Meerstrand, sondern auch hie und da im Innern der Continente erscheinen. In Boden an Kohlensäure reich wachsen Gnaphalium arenarium, Statice Armeria, Carex arenaria etc., in Thonboden Huflattiche, Alpenrosen, Equisetum arvense, im Kalkboden die krautartige Haide, Bergflockenblume, Sesleria coerulea u. s. w. Eine gewisse Minderzahl von Pflanzen ist mit Nothwendigkeit an eine bestimmte Bodenart gebunden, daher das Schwinden einiger und Auftreten anderer Pflanzen, wenn man von einer geognostischen Formation auf eine andere übertritt (z. B. von der Molasse auf den Jurakalk bei Solothurn, Biel ꝛc.). Die Mehrzahl der Pflanzen hingegen gedeiht in sehr verschiedenen Bodenarten.

442. Das Licht wirkt mächtig auf die Pflanzenwelt ein; ohne es kommen viele Gewächse nicht zur Blüthe und Frucht. Die Pflanzen streben daher mit Macht nach dem Lichte, man sieht Kartoffeltriebe in Kellern mehrere Klafter weit bis zu einer Oeffnung wachsen; Lathraea squamaria wuchs in einem Schacht wohl 30 Ellen aufwärts. In der heißen Zone sind die Farben gesättigter, die meisten Aloen, Cacteen, Mesembryanthemen, Stapelien gedeihen nur hier; auf sonnigen Bergen und Ebenen findet man viele lebhaft gefärbte (jedoch meist geruchlose), in nebligen Ländern, auf bewölkten Gebirgen, im Schatten der Wälder und Schluchten fast nur trübfarbige Blüthen. Die Elektricität ist uns hinsichtlich etwaiger direkten Wirkungen noch unbekannt, mittelbare ruft sie durch Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit hervor.

443. Man kann sich vorstellen, daß ein großes System gestaltender Ideen oder Potenzen in den vergangenen Epochen über die Oberfläche des Planeten thätig war, und daß das Pflanzenreich als Produkt dieser Thätigkeit erschien. Sie wirkte parallel mit den äußeren Umständen, so daß die Pflanzengruppen sich diesen und den elementaren Verhältnissen accommodirten oder richtiger in Harmonie mit denselben entstanden und verbreiteten. Die Ordnung dieser Verhältnisse stellt sich in der Gegenwart in einer gewissen Zahl von Pflanzengebieten oder vegetabilischen Provinzen dar. Daß in verschiedenen Erdgegenden von sehr ähnlichem Klima und elementarer Beschaffenheit unter andern auch verschiedene oder nur im Habitus (der Tracht, dem

Digitized by Google

allgemeinen Ansehen) sich ähnliche Pflanzenformen erschienen, beruht eben darauf, daß die Pflanzenwelt nicht etwa bloßes Produkt der elementaren Natur, sondern eines selbstständigen Ideensystems ist. Demgemäß kommen die Typen unserer Alpenpflanzen im Himalayah, aber nicht in den Cordilleren vor; Calceolarien, Proteaceen, Stylidieen nur in der südlichen Halbkugel, Eriken vorzugsweise in Südafrika, Laurineen und Cakteen meist in Amerika, Melastomaceen nur inner dem 30° nördl. Br., darum haben das tropische Amerika und Indien so wenig Pflanzen gemeinsam.

444. Man nimmt an, daß die Centren der heutigen Vegetationsgebiete auf den Inseln des Urmeeres sich bildeten, von hier aus sich erweiterten, und als die Inseln sich zu Kontinenten ausbreiteten, sich berührten. Schouw hat 25 solcher Provinzen (oder nach seiner Benennung: Reiche) aufgestellt: wie folgt:

1) Provinz der Moose und Steinbrecke. Arktisch alpinisches Reich. Wahlenberg's Reich.
2) Prov. der Doldenpflanzen und Kreuzblüthigen. Nordeuropäisches und nordasiatisches Reich. Linné's Reich.
3) Prov. der Lippenpflanzen und Nelkenartigen. Mittelländisches Reich. De Candolle's Reich.
4) Prov. der Astern und Solidago. Nördlich nordamerikanisches Reich. Michaux's Reich.
5) Prov. der Magnolien. Südlich nordamerikan. Reich. Pursh's R.
6) Prov. der Camellien und Celastrinen. Chinesisch-japanisches Reich. Kämpfer's Reich.
7) Prov. der Scitamineen. Indisches Reich. Roxburgh's Reich.
8) Emodische Prov. Hochindisches Reich. Wallich's Reich.
9) Polynesische Prov. Reinwardt's Reich.
10) Hochjavanische Prov. Blume's Reich.
11) Oceanische Prov. Chamisso's Reich.
12) Prov. der Balsambäume. Arabisches Reich. Forskål's Reich.
13) Prov. der Wüste. Delile's Reich.
14) Tropisch-afrikanische Prov. Adanson's Reich.
15) Prov. der Caktus und Pfefferpflanzen. Mexiko und Südamerika bis zum Amazonenstrom. Jaquin's Reich.
16) Hochmexikanische Prov. Bonpland's Reich.
17) Prov. der Chinabäume. Humboldt's Reich.
18) Prov. der Escallonien und Calceolarien. Ruiz und Pavon's R.
19) Westindische Prov. Swartz's Reich.
20) Prov. der Palmen und Melastomen. Martius' Reich.
21) Prov. der holzartigen Synanthereen. Südamerika im Osten der Andes. St. Hilaire's Reich.
22) Antarktische Provinz. D'Urville's Reich.
23) P. der Stapelien und Mesembryanthemen. Südafrika. Thunberg's R.
24) Prov. der Eucalypten und Epakrideen. Neuholland. R. Brown's Reich.
25) Neuseeländische Prov. Forster's Reich.

Digitized by Google

f. Entwicklung und Schicksale der Pflanzenwelt.

445. Die *ersten* Pflanzen, deren sparsame Reste in den ältesten neptunischen Schichten niedergelegt sind, waren *Meerpflanzen* und zwar Algen. Erst in den Kohlenflötzen finden sich größere, zum Theil ungeheure Anhäufungen, welche fast ausschließlich Landpflanzen angehören. Sie wurden durch periodisch schwellende Ströme meist an den Mündungen und in Buchten abgesetzt (ähnlich wie heute noch die unzähligen Baumstämme z. B. im Mississippi-Delta), zum Theil auch durch Meeresströme nach allen Richtungen geführt und unter Meerabsätzen begraben, — so namentlich, wenn bei rascheren Senkungen und Hebungen Meere ab- und zuflossen und die ganze Pflanzendecke vom Lande abgerissen und fortgeschwemmt wurde. Die vegetabilischen Reste, oft bis zur Unkenntlichkeit zerstört, manchmal (z. B. in Braunkohlenlagern) wieder in den zartesten Theilen erhalten, wurden bald in grobkörnigen, bald schlammigen Absätzen eingehüllt, manchmal durch Lösungen von Eisenoxyd, Kiesel, Kalk durchdrungen. (Ueber Kohlenbildung vergl. §. 108.)

446. Die großen Veränderungen des Pflanzenreiches wurden in *erster* Instanz durch die Veränderungen des ihm immanenten *Potenzensystems* bewirkt, — Veränderungen, welche im Einklang mit der Oberflächengestaltung der Erde, der Luft- und Bodenbeschaffenheit und dem Temperaturgang erfolgten, so daß Alles als nothwendiger Prozeß der planetarischen Entwicklung (Planet und seine Organisation als *Ganzes* gefaßt) erscheint. (So lassen sich auch die Veränderungen im geschichtlichen Gang der Menschheit nicht bloß aus *äußeren* Umständen herleiten, sondern beruhen noch mehr auf den Wandlungen des *Geistes* der Menschheit.) Die Hauptpflanzengruppen einer früheren Epoche erhielten sich in der oder den nachfolgenden zwar nicht in den Arten, sondern nur in den Typen der Familien und oft auch der Sippen. Auf die Wassergewächse folgten Insel- und Küstenpflanzen; wegen der überall fast gleichförmigen, viel höheren Temperatur konnten gleiche oder sehr ähnliche Pflanzen in verschiedener Breite wachsen; darum bestehen die Kohlenlager in Nordamerika, Deutschland, Rußland aus denselben Pflanzen; Equisetum columnare, Pecopteris reticulata sind über einen großen Theil von Europa verbreitet; Reste tropischer Bäume kommen in Island und dem äußersten Nordamerika vor. Erst mit der Erhebung der Alpen oder der Cordilleren trat merkliche Wärmeabnahme ein; es entstanden nun nach den Breiten *mehrere* Floren; doch herrschte selbst noch zur Zeit der tertiären Gebirge tropische Wärme ansehnlich weit über die Wendekreise hinaus.

447. Die *metamorphischen* Gesteine (s. §. 286) enthalten keine organischen Ueberreste, sei es, daß wirklich noch keine solche vorhanden waren oder spurlos vergangen sind, oder daß sie durch Umwandlung, welche die Gesteine erfuhren, gänzlich zerstört worden sind. In der *silurischen* Gruppe kommen die ersten Reste von Pflanzen, den heutigen *Aequatoriallangen* ähnlich, vor. Im alten rothen Sandstein, welcher zur *devonischen* Gruppe gehört, finden sich keine vegetabilischen Reste. Nach seiner Bildung begannen die ersten Inseln sich über den Ocean zu erheben und sich allmälig mit — von den heuti-

Digitized by Google

gen ganz verschiedenen — Landpflanzen zu bekleiden; der unterdeß im Meere abgesetzte Bergkalk schließt einige ihrer Reste ein. Die Zahl der Arten war gering, die der Individuen aber unermeßlich groß; die Familien, denen sie angehörten, — Farrn, Hydropteriden, Lepidodendren, Sigillarien, Calamiteen, Stigmarien, Coniferen, dann einige Schafthalme, Cykadeen, Monokotyledoneen, — sind zum Theil von der Erde ganz verschwunden. Die ungeheuren Massen dieser Jahrhunderte oder Jahrtausende bestehenden überaus üppigen Vegetation, in welcher die Gefäßkryptogamen überwiegen, wurden endlich in einer großen Katastrophe im Kohlensandstein begraben und stellen nun die Steinkohlen dar, welche zum Theil 60 Klafter mächtig sind. Das rothe Todtliegende enthält nur wenig in Steinkohle verwandelte, aber sehr viel verkieste Pflanzenreste: Farrn, Calamiteen, Cykadeen und die neue den Bärlappen verwandte Familie der Pfaronieen. Im Zechstein findet man nur zahlreiche und eigenthümliche Algen nebst wenigen Nadelhölzern.

448. Der bunte Sandstein ist charakterisirt durch höchst eigenthümliche Nadelhölzer: Voltzia, Strobilites, Haidingera; sonst enthält er Cycadeen, Farrn, einige Schafthalme und einige Monokotyledoneen. Im Muschelkalk finden sich nur einige wenige Farrn und Cycadeen. Die älteren Schichten des Keupers enthalten Farrn, Cycadeen, schilf- und binsenartige Pflanzen neben riesenhaften Schafthalmen und Nadelhölzern; gewaltige Ablagerungen ihrer vermoderten Reste stellen hie und da die Lettenkohle dar. In den jüngeren Schichten sieht man andere Farrn und Nadelhölzer, Equiseten und Cycadeen, die bald eine neue Ueberfluthung sammt den riesigen Sauriern dieser Zeit im Thon des Lias begrub. Der damalige Continent scheint wieder zerstört worden zu seyn und auf dem Meeresgrund bildete sich (großentheils aus Korallen und Schalthieren) der untere Oolith, in dem man bereits wieder einige Landpflanzen trifft, Farrn, Cycadeen, Coniferen, die mit zahlreichen Algen und Najadeen eine schwache Steinkohlenschichte bilden. Bei neuen Hebungen wurde der Thon vom Oolith fortgespült, aber bald durch neue Ueberfluthung die Wealdgruppe auf letztern abgesetzt, die auf einen großen Kontinent mit mächtigen Strömen deutet, an deren Mündungen der Portlandkalk abgelagert wurde, welcher nach seiner Hebung über das Wasser sich mit Farrn, Cycadeen und Coniferen bedeckte. Ihre versunkenen Wälder wurden vom Purbeckkalk und Hastingssand bedeckt, auf denen eine ähnliche, später vom Grünsand überschlammte Vegetation sich bildete. Auf dem Grünstein bauten sich unermeßliche Massen von Korallenthieren an, deren zermalmte Reste die Kreide darstellen, die nur wenig Landpflanzen, nämlich Coniferen und Cycadeen, aber zahlreiche Algen und Najadeen einschließt.

449. In noch höherem Grade, als schon bei der Kreidebildung veränderte sich die Pflanzenwelt in der tertiären Epoche. Waren bis jetzt Farrn, Cycadeen und Coniferen (obschon nach einander in verschiedenen Sippen und Arten) die herrschenden Formen gewesen, so erhalten nun andere Monokotyledoneen und allmälig die Dikotyledoneen das Uebergewicht. Die eocänische Gruppe charakterisirt eine üppige die damaligen zahlreichen großen Dickhäuter nährende Pflanzenwelt: Palmen, Pandaneen riesenhafte Rohrkolben, Dikoty-

Digitized by Google

ledonische Bäume, lauter untergegangene Arten; in der miocänischen ist das Klima nur noch subtropisch, jedoch auch für die jetzigen kalten Zonen, die Pflanzenwelt noch immer üppig genug, um die Braunkohle zu bilden, die besonders aus Nadelhölzern, aber auch Kätzchenbäumen, Ulmaceen, Ahornen, Lorbeergewächsen, Wallnußbäumen, auch Hülsenpflanzen mit mancherlei tropischen Bäumen und Riesengräsern besteht. Die gegenwärtige Verschiedenheit der Klimate trat mit der pliocänischen Gruppe ein, mit ihr bestimmte Formen für die verschiedenen Breiten und immer mehr Annäherung an die Gegenwart; doch haben sich aus jener Zeit nur wenig Reste erhalten. Die früheren Pflanzenformen mußten untergehen, als die Erdrinde immer mehr erkaltete, der Atmosphäre immer mehr Kohlenstoff entzogen wurde; nur einzelne Typen erhielten sich in immer anderen Arten zum Theil mit sehr verminderter Mächtigkeit durch alle Epochen hindurch: Farrn, Bärlappe, Schafthalme, Nadelhölzer, Cycadeen, Auch nur zur nächsten Epoche scheinen sich sehr wenige Arten gerettet zu haben; jede neue Katastrophe hatte andere Pflanzenformen im Gefolg. Im Allgemeinen entwickelte sich das Pflanzenreich von einfachen Wasser- und blüthenlosen Pflanzen zu perigonblüthigen und endlich zu den höchsten Formen der Landpflanzen unter fortwährendem Aussterben alter und Entstehen zahlreicherer neuer Arten, von welchen jede in ihrem Verbreitungsbezirk sogleich in vielen Individuen entstand. Das Kolossale und Phantastische trat mehr zurück, um dem Lieblichen, Feinen und Nützlichen (wohl auch dem Giftigen und Unkraut) einen Theil seines Raumes zu überlassen. *)

450. Die gegenwärtige Pflanzenwelt besteht seit den letzten großen Umwälzungen. Es ist ungewiß, ob seit denselben noch neue Arten entstanden oder untergegangen sind, — doch hat das Pflanzenreich durch die Elementar-

*) Die chronologische Folge der Gebirgserhebungen (nach Elie de Beaumont's System) gestattet aber keinen solchen Schluß wie ihn Schouw („die Erde, die Pflanzen und der Mensch", Leipz. 1851, S. 31) ziehen will, auf das Alter ihrer gegenwärtigen Pflanzen, wornach also z. B. die Pflanzen des Erzgebirges älter wären als jene der Pyrenäen und Appenninen, diese älter als jene der Alpen ꝛc.; von der Pflanzenwelt zur Zeit der Erhebung des Erzgebirges, der Pyrenäen und Appenninen (von älteren Gebirgssystemen zu schweigen) sind jetzt wohl keine Arten mehr vorhanden. Trat die gegenwärtige Verschiedenheit der Klimate erst mit der pliocänischen Gruppe ein, so muß erst mit und nach dieser die gegenwärtige Pflanzenwelt den Ursprung genommen haben, die deßhalb nicht auf einmal entstanden zu seyn braucht. — Aus folgender kleiner von Schouw entworfenen Tabelle ersieht man in Procenten ausgedrückt das Verhältniß der urweltlichen Flora zu der gegenwärtigen deutschen und Alpenflora.

	Flora der Urwelt.		Jetzige Flora.	
	Vor der Kreide.	Nach der Kreide.	Deutschland.	Alpen.
Gefäßkryptogamen	81	0,2	0,2	0,2
Monokotyledoneen	0,6	13	21	16
Dikotyledoneen:				
ohne Krone	12	45	0,8	0,4
mit Krone	1	40	69	78

Digitized by Google

kräfte, Thiere und den Menschen vielerlei Veränderungen erfahren. Mit der Aenderung des Klima's eines Landes durch die Natur oder den Menschen änderte sich seine Flora; manche Arten verschwanden, fremde wanderten ein, herrschende wurden unterdrückt, bisher untergeordnete gewannen größeres Gewicht. Jetzt wachsen im milder gewordenen Deutschland manche südlichere Pflanzen, das rauher gewordene Island und Grönland haben von ihrer Vegetation eingebüßt. Vielleicht ist auch die Lebenskraft der Arten einer Zu- und Abnahme unterworfen, so daß auch aus diesem Grunde manche Arten schwinden. Vulkanische Ausbrüche, Hervorsprudeln von Mineralquellen, Austrocknung von Seen, Senkungen und Hebungen, Feuerwirkungen verändern die vegetabilische Physiognomie; Sisymbrium Irio erscheint in gewaltiger Menge auf Brandstätten, Carex cyperoides, wo Teiche austrockneten. Luft- und Wasserströmungen verbreiten und zerstören die Pflanzen, Gebirgswässer bringen Alpenpflanzen in die Niederungen, Meeresströme die Früchte der Cokospalme, des Pandanus ꝛc. an die fernsten Küsten. Die Thiere, manche Pflanzen vertilgend, verbreiten andererseits Samen mit Pelz, Gefieder und Exkrementen. Am meisten ändert der Mensch durch Wanderungen, Krieg und Handel die ursprüngliche Verbreitung der Pflanzen; die Zigeuner brachten den Stechapfel aus Indien, die Türken orientalische Gewächse nach Osteuropa, die Russen nach Westeuropa. Erigeron canadense wächst seit dem siebzehnten Jahrhundert in ganz Europa, Acorus Calamus aus Indien, Chenopodium ambrosioides aus Mexiko stammend, in Deutschland, Cactus Opuntia, Agave americana sind in Unteritalien, viele europäische Pflanzen in fremden Erdtheilen völlig acclimatisirt. *) Die Nutzpflanzen haben überall die einheimischen Gewächse beschränkt oder stellenweise verdrängt, den Ort des Urwalds und der Wildniß nehmen Aecker und Wiesen ein. Hört der Einfluß des Menschen auf, so kommen die ursprünglich einheimischen Pflanzen wieder zur Herrschaft und die Kulturgewächse gehen aus oder auf die wilde Stammart zurück.

451. Die Geschlechter einer fernen Zukunft mögen aus den Resten unserer Kulturpflanzen Schlüsse auf unsern Bildungszustand, unsere Wanderungen und Geschichte ziehen, wie wir aus den fossilen Pflanzenresten die Geschichte der vormenschlichen Pflanzenwelt zu enträthseln suchen. Mehrere Kulturpflanzen greifen bedeutungsvoll in den Haushalt und die Geschichte der Völker ein; so sind besonders wichtig für die Südsee-Insulaner Brodfruchtbaum und Cocosnuß, für die Malayen mancherlei Gewürze, die Amerikaner Mais, Kartoffel, Maguey (Agave americana), Quinoa (Chenopodium Quinoa), die Hindu Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, die Chinesen Thee, die Araber die Dattelpalme, die Europäer Getreide, Rebe, Olive. Zahlreiche andere Gewächse bilden den Arzneischatz der Völker oder lassen sonst die mannigfachsten Bedürfnisse befriedigen, so daß die Pflanzenwelt, durch die Schönheit und die Wunder ihrer Bildungen den Geist reich beschäftigend und erfreuend, zugleich zum unerschöpflichen Born vielseitigsten Nutzens und Genusses wird.

*) Z. B. ist der Fenchel jetzt in der argentinischen Republik sehr häufig und Cynara cardunculus (die Artischoke ist eine zahme Varietät derselben) hat sich zu beiden Seiten der Cordilleren ungemein verbreitet.

Digitized by Google

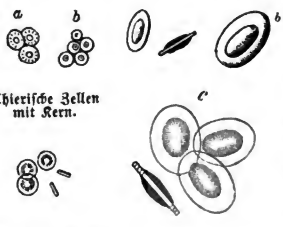
Sechstes Hauptstück.

Thierlehre, Zoologie.

A. Vom thierischen Organismus.

a) Elementartheile und chemisches Verhalten.

452. Die Leiber der Thiere werden von flüssigen und festen Körpern zusammengesetzt; erstere überwiegen an Quantität. Tropfbar-flüssig sind der alle Theile durchdringende und tränkende Bildungssaft, die Ernährungssäfte, welche in Kanälen sich bewegen, wie Lymphe, Chylus, Blut, und die von gewissen Organen ab- und ausgesonderten Säfte, z. B. Milch, Speichel, Harn; elastisch-flüssig sind mancherlei freie oder an Flüssigkeiten gebundene Gase. Die festen Bestandtheile entstehen aus den flüssigen (etwa wie Krystalle) durch Gerinnung und sind entweder bloße Elementarkörnchen oder Zellen. Diese bilden sich oft so, daß zuerst Kernkörperchen und Kerne, nucleoli und nuclei anschießen, um welche dann Hüllen wachsen, oder es gehen kernlose Zellen unmittelbar aus dem flüssigen Bildungsstoff, Cytoblastem, hervor. Manche Zellen bleiben isolirt und schwimmen entweder in Flüssigkeiten oder liegen lose neben einander, so die Körperchen in Blut, Schleim, Lymphe ꝛc. und die Eichen in den Eierstöcken, welche ebenfalls für Zellen erklärt werden, — andere sind unter sich verbunden und stellen Gewebe dar, deren Beschaffenheit von derjenigen der sie bildenden Elementartheile und der Art ihrer Verbindung abhängt. Die wichtigsten Flüssigkeiten für das Leben des Individuums sind das Cytoblastem, die allgemeine, Alles durchdringende Bildungsflüssigkeit und das Blut, welches aus dem Blutwasser und den in ihm schwimmenden Blutkörperchen (Blutzellen) besteht, welche in niedrigen Thieren farblos, gelb, grün, bläulich, von Gestalt unregelmäßig, in den höheren Thieren roth, elliptisch oder scheibenförmig und mikroskopisch klein sind. Manchmal lassen sie einen Kern wahrnehmen. Im Menschen sind sie scheibenför-



Thierische Zellen mit Kern.

Blutkörperchen des Menschen.

Blutkörperchen vom Vogel (a), Frosch (b) und Haifisch (c).

Digitized by Google

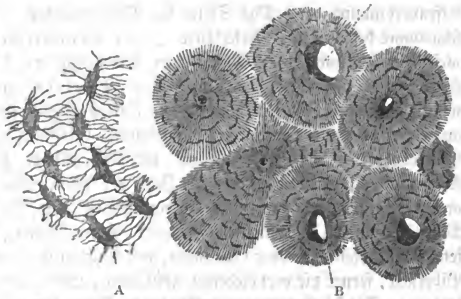
mig, und messen $^1/_{500}$ — $^1/_{400}$‴ im Durchmesser, $^1/_{1200}$‴ in der Dicke. — Die einfachsten Thiere lassen keine Zellen und Gewebe, auch kein Blut erkennen, sondern bestehen aus weichem, manchmal halbflüssigem Bildungsstoff.

453. Einfache Gewebe haben weder Nerven noch Adern (Gefäße), bestehen aus gleichartigem, mehr starrem Stoff, verbinden sich nicht mit anderen Geweben zu einem zusammengesetzteren Ganzen, sondern liegen an den Oberflächen des Körpers, und hängen hier mit gefäß- und nervenreichen Theilen zusammen, von welchen sie erzeugt und ernährt werden. (Oberhaut, Epithelium, Nägel, Haare, Krystalllinse.) Die Substanz dieser Gewebe hat keinen Stoffwechsel, erfährt keine Umwandlung, sie wachsen durch Bildung neuer Schichten nur von der Seite, an welcher sie mit gefäß- und nervenreichen Theilen zusammenhängen. Wegen des Mangels an Nerven haben die einfachen Gewebe keine Empfindung; sie sind bestimmt, die wahrhaft lebendigen Theile zu isoliren und zu beschützen. Ihre Zellen liegen dicht beisammen, ohne zu verschmelzen, und gehen von der ursprünglichen Kugelform in die polyedrische über, platten sich zu Tafeln ab oder verlängern sich in Cylinder und Fasern. Das hieher gehörende Horngewebe, das einfachste von allen, besteht chemisch aus dem Hornstoff, Keratin; es bildet die Oberhaut, den Ueberzug (Epithelium) der Schleim- und serösen Häute, die Nägel, Klauen, Hörner, Haare, Federn; das Zahngewebe, aus Fasern bestehend, überzieht als Schmelz die Krone des Zahnes und bildet das Zahnbein; die Gewebe der Glashäute bilden die Krystalllinse und mehrere Häute in Auge und Ohr. Das Holzgewebe, die Cellulose, eine stickstofffreie Verbindung, im Pflanzenreich ganz allgemein, kommt im Thierreich nur in der Körperhülle (dem sogen. Mantel) gewisser niedrigen Mollusken, der sogen. Tunicata vor.

454. Die zusammensetzenden Gewebe bilden die Grundlage aller Organe und durchdringen alle; ihre Substanz ist steter Umwandlung und Neubildung unterworfen. Zu ihnen gehört das Zell- oder Bindegewebe, aus langen, feinen, wasserhellen, weichen Fasern bestehend, die meist zu Bündeln vereinigt und durch Keimstoff verbunden sind; es stellt Häute, Scheiben, Bläschen, Stränge dar, die kontraktil sind, wie die äußere Haut, die Fasern der Venen und Lymphgefäße, das Balkengewebe der Zeugungstheile, oder nicht kontraktil, wie das fibröse und seröse Gewebe, die Gefäß- und Zellhäute. Das Zellgewebe überhaupt umhüllt die einzelnen Organe und verbindet sie mit einander, so wie es auch in ihr Inneres eindringt. Das Gewebe der allgemeinen Gefäßhaut, aus platten Fasern bestehend, bildet die innerste Haut aller Gefäße; das Nervengewebe wird von sehr weichen Fasern oder Röhren oder kugelförmigen Körpern, sogen. Ganglienzellen, zusammengesetzt und stellt Hirn, Rückenmark, Ganglien und Nerven dar. Die zusammengesetzten Gewebe sind wieder einfachere, ohne deutliche Nerven und mit wenig oder keinen Blutgefäßen, oder mehr zusammengesetzte. Als einfachere bezeichnet man das Knorpelgewebe aus homogener oder faseriger Grundsubstanz und aus eigenthümlichen Zellen (Knorpelkörperchen) bestehend, das Knochengewebe, von einer porösen, blättrigen, von Kanälchen durchzogenen Masse gebildet, das sehnige

Digitized by Google

Muskelbündel, stark vergrößert.



A B

A Sehr stark vergrößertes Knochenstückchen. B Schwächer vergrößertes Knochenstückchen mit Knochenkanälen.

Gewebe, von nicht kontraktilem Zellgewebe dargestellt, Sehnen, Häute, Scheiden formirend, das elastische und das seröse Gewebe, welches dünnhäutige Blasen bildet, wie jene, in welchen die Eingeweide aufgehängt sind, oder die sogen. Synovialsäcke, an den Enden der Knochen angebracht, um diese gegen Druck und Reibung zu schützen. Die am meisten zusammengesetzten Gewebe haben deutliche Nerven und zahlreiche Blutgefäße, daher große Empfindlichkeit und in den rothblütigen Thieren rothe Farbe. Zu ihnen rechnet man das Muskelgewebe (Fleisch) aus weichen, theils weißen, theils rothen, zu Bündeln vereinigten Fasern bestehend, welche, der Verkürzung fähig, die Theile, an welchen sie befestigt sind, in Bewegung setzen können; das Hautgewebe, eine höhere Entwicklung des Zellgewebes, die Lederhaut und die Schleimhaut bildend; endlich das Drüsengewebe, jene eigenthümlichen Absonderungsorgane darstellend, welche Drüsen genannt werden und bestimmt sind, aus Blut oder Lymphe bestimmte Produkte zu bereiten, die entweder zur Oekonomie des Organismus dienen, wie z. B. Galle, Speichel u. s. w., oder zur Entfernung aus demselben bestimmt sind, gleich der Milch, dem Harn ꝛc.

455. Von den chemischen Elementen der Natur kommen in den Thierkörpern nur etwa ein Dritttheil vor, unter welchen Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff bei weitem die wichtigsten sind; mehr oder weniger selten finden sich Calcium, Eisen, Silicium, Schwefel, Phosphor, Natrium, Chlor, Fluor, Magnesium, Kalium, Mangan, Alumium, Arsenik, Titan, Jod und Brom, letztere beide nur in Seethieren. Diese Elemente sind zu unorganischen oder organischen Verbindungen vereinigt; am allgemeinsten ist unter ersteren das Wasser, welches $^2/_3$, $^4/_5$, ja bei manchen Seethieren noch mehr vom Gesammtgewicht des Körpers bildet; ferner der kohlensaure Kalk, das Skelet der Korallen, Mollusken, höheren Krebse, und der phosphorsaure Kalk, das Skelet des Menschen und der vier obersten Klassen darstellend; außerdem kommen verschiedene andere Kalk- und Natriumverbindungen, schwefelsaure Alkalien, Ammoniaksalze, freie Salz- und Kieselsäure in den thierischen Säften vor. Die rothe Farbe des Blutes rührt von einer

Digitized by Google

Eisenverbindung her. Das Skelet der Räderthierchen, die Nadeln der Seeschwämme bestehen aus Kieselsäure. — Die organischen Verbindungen, die wesentliche Grundlage der Thierkörper, sind flüssig oder festweich und entweder stickstoffhaltig mit einem gemeinschaftlichen, Protein genannten Radikal (der wichtigsten thierischen Verbindung), wie Faserstoff (namentlich in den Muskeln, aufgelöst im Blute vorhanden), Eiweißstoff, Globulin (Hauptbestandtheil der Blutkörperchen), Käsestoff, Knochen- und Knorpelleim, Hornstoff, Pepsin (im Magensafte), Harnbenzoesäure (im Harn der Pflanzenfresser), Harnsäure ꝛc.; oder stickstofflos, wie namentlich die eigentlichen Fette, Gemenge von Stearin, Margarin und Elain, dann das Butyrin (in der Butter), Cetin oder Walrathfett, das Cholestearin oder Gallenfett, das Ambrin in der Ambra, Castorin im Bibergeil, ferner die verschiedenen Fettsäuren, Milchzucker, Milch- und Ameisensäure. Die sogenannten organisch-sauren Salze sind Verbindungen von Kali, Natron, Kalk, Magnesia mit organischen Säuren. Die wenigen Arzneistoffe, welche das Thierreich liefert (Cantharidin in den Blasenkäfern, Moschus, Bibergeil, Zibeth ꝛc.), sind sämmtlich organische Verbindungen; die Farbstoffe oder Pigmente, welche die unendliche Mannigfaltigkeit der Farben und Zeichnungen der thierischen Körper bewirken, sind Kohlenstoffverbindungen, und zeigen sich mikroskopisch als kleine in den Zellen liegende Körnchen, seltener als Flüssigkeiten, wie z. B. in den Farbenzellen (Chromatophoren) der Sepien.

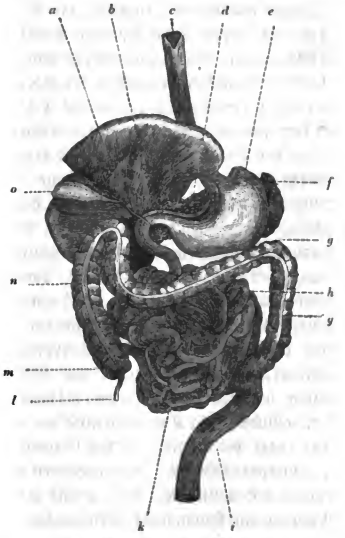
b) Organe und Systeme. Körperform und Größe.

456. Durch die Elementartheile und Gewebe werden, wie früher angegeben, die Organe und organischen Systeme dargestellt. Diese zerfallen einmal in solche, welche dem individuellen, und in andere, welche dem Gattungsleben dienen, die Fortpflanzung vermitteln. Die auf die Individualität bezüglichen Systeme sind entweder der Plastizität, dem bildenden Leben, oder der Sensibilität, dem Sinnen-, Nerven- und Seelenleben, bestimmt; eine dritte Gruppe, die Stütz- und Bewegungswerkzeuge, hilft die Verrichtungen der beiden anderen ausführen. Die vollständige Explikation all' dieser Systeme kommt nur den vollkommneren Thieren zu, bei den niedrigeren wird der Bau immer einfacher, bis zuletzt von der ganzen Differenzirung nichts mehr übrig bleibt und das Geschöpf nur aus gleichartiger, empfindender und sich bewegender Substanz besteht; Rhizopoda, Infusoria. Ja sogar Thiere höherer Klassen zeigen bisweilen eine höchst einfache Organisation (so die zu den Mollusken gehörenden Phlebentérés) oder fast gar keine, wie die Leuchtqualle, Noctiluca miliaris. Diese hat (nach Doyère) weder Muskel noch Nerven, weder Verdauungs- noch Geschlechtsorgane, sondern nur eine fleischige Masse mit Mundöffnung, in der Infusorien oder Conferven verdaut werden und welche sich auch zu darmartigen Schläuchen verlängern und Schnüre bilden kann, die Muskeln und Nerven ähneln; alle diese Organe sind aber ganz vorübergehend, entstehen, bewegen sich, durchsetzen andere eben so temporäre Organe und verschwinden wieder. Nur ein Rüssel, welchen die allgemeine Körperhülle neben der Mundöffnung bildet, und einige Falten dieser Hülle sind permanent.

Digitized by Google

In der ganz durchsichtigen Substanz sieht man nichts von Kügelchen, Körnchen ꝛc. Bei Amphicora, Doyeria, Aphlebina und anderen Anneliden ist die Organisation auch äußerst einfach. — Das individuelle Bildungsleben wird durch die Organe der Ernährung, Athmung und Absonderung und durch jene der Säftebewegung verwirklicht. Alle diese Organe befinden sich fast immer im Innern des Körpers und bestehen aus schichtweise übereinander liegenden Hautgebilden, einer Schleimhaut zu innerst, einer Zellgewebsschicht mit Blutgefäßen in der Mitte, und oft, doch nicht immer, einer Muskelfaserhaut zu äußerst. Mehr äußerlich liegen die bewegenden Organe, die aus Fasern gebildeten Muskeln, während das aus verhärteter Masse gebildete Skelet bald im Innern, bald außen zu liegen kommt. Die der Sensibilität dienenden Systeme sind das Nervensystem, aus Röhren und Zellenmassen gebildet, das Innerste des Thierkörpers einnehmend, und das mehr peripherische Sinnensystem, von eigenthümlichen Nerven mit entsprechenden Apparaten dargestellt. Die Zeugungsorgane kommen im allgemeinen Bau mit den Organen des bildenden Lebens überein.

457. Das Grundorgan der Ernährung ist die Innenfläche einer Höhle, bei manchen allereinfachsten Thieren die Innenfläche der Körperhöhle selbst, bei allen vollkommneren die eines besondern Kanals, des Verdauungskanals oder Darmes. In seltenen Fällen werden die ausgesaugten Nahrungsreste durch dieselbe Oeffnung ausgeworfen, welche sie aufnahm, gewöhnlich aber sind zwei entgegengesetzte Oeffnungen da: Mund und After. Der anfänglich gleichartige und einfache Nahrungskanal gliedert sich bei den vollkommneren Formen in mehrere Abtheilungen (Dünn- und Dickdarm, oft mit blinden Anhängen) und bildet eine oder mehrere centrale Erweiterungen (Mägen); am Munde erscheint Bewaffnung (in Form von Stech-, Schneid- und Kauwerkzeugen, letztere Gebiß genannt), und ein eigenes Sinnesorgan, die Zunge, tritt in Verbindung mit dem ganzen Apparat, welchem sich verschie-



Darmapparat des Menschen.

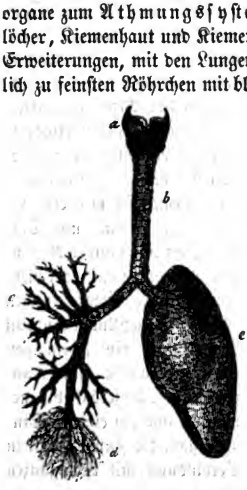
a Leber. b untere Nasenöffnung, Pylorus. c Speiseröhre, d Pancreatische Drüse. e Magen. f Milz. g Grimmdarm (Colon). h und k kleine Eingeweide, i Mastdarm. l Fortsatz des Blinddarms. m Blinddarm. n große Eingeweide. o Gallenblase.

Digitized by Google

dene Absonderungswerkzeuge (Speichel- und Gallenorgane) beigesellen, und der durch Nerven und eine eigene Muskelfaserlage empfindlich und beweglich wird.

458. Das ursprünglichste Athmungs- und Absonderungsorgan, in niedrigen Thieren oft das einzige, ist die Haut, die allgemeine Körperhülle. Entstehen spezifische Athmungsorgane, so gehen sie ganz oder theilweise aus der Haut hervor, welche sich nach außen in blattartige Organe, Kiemen, verlängert oder sich nach innen einstülpt und Röhren, Schläuche und Blasen, Tracheen, oder zellige Massen, Lungen bildet. Auf Lungen und Kiemen verbreiten sich die zartesten Blutgefäße, durch deren feinste Wände hindurch das Blut mit der Luft in Verkehr treten kann; die luftführenden Tracheen verzweigen sich immer feiner durch die Säftemasse und im Innern der Organe. Kiemen finden sich namentlich bei den Wasserthieren (Würmern, Mollusken, Krebsen, Fischen, Amphibien), Lungen bei den luftathmenden (Land- und Süßwasserschnecken, Reptilien, Säugthieren und dem Menschen); Tracheen sind den Insekten eigen. Bei den Holothurien, zur Klasse der Stachelhäuter gehörenden Seethieren, ist eine wasserathmende Lunge da; die eigentlichen Spinnen besitzen Lungen im Hinterleibe und Tracheen in der Brust; die Fische haben außer den Kiemen noch ein Bruchstück einer Lunge, die Schwimmblase, die Fischmolche haben ihr ganzes Leben Lungen und Kiemen zugleich, die Vögel außer den Lungen noch ein System von den Körper durchziehenden Kanälen, welche von den Lungen aus mit Luft erfüllt werden. Kiemen senden das oxydirte Blut nicht wieder zum Herzen zurück, sondern durch Aorten direkt in den Körper.

459. Mit dem Hauptathmungsorgan verbinden sich mancherlei Hülfsorgane zum Athmungssystem, mit den Kiemen Kiemenbogen und Kiemenlöcher, Kiemenhaut und Kiemendeckel, mit den Tracheen Luftlöcher und blasige Erweiterungen, mit den Lungen Luftröhren, welche sich gablig vertheilend endlich zu feinsten Röhrchen mit blasenförmigen Enden (Terminalzellen) von Haargefäßen umsponnen werden, und in Verbindung mit Zellgewebe ꝛc. die Lungensubstanz darstellen, ferner Kehlkopf, beweglicher Brustkasten, Zwerchfell. Bei niederen Thierformen sind die Athmungsorgane oft über einen großen Theil der Körperfläche zerstreut, bei den höheren in eine Mittelregion, in der Nähe des Herzens gesammelt. Der Kehlkopf, ein Knorpelgerüste am Anfang (oder bei Vögeln an der Gabelung) der Luftröhre bildet sich in den obersten zwei Klassen erst vollständig aus, erhält eigene Muskeln und schwingende Membranen mit engen Durchgangspunkten für die Luft (Stimmbänder und Stimmritzen), wodurch er unter Mitwirkung von Luftröhre, Lunge, Mund und Zunge zum Hervorbringen von

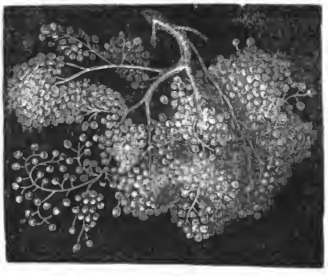


Luftkanäle und Lunge des Menschen

Digitized by Google

Tönen geschickt, stimmfähig wird. Unter den Amphibien haben fast nur einige Saurier, namentlich Geckonen, eine artikulirte Stimme, während die anderen nur brüllen, quacken oder zischen können. Unter den lungenlosen Thieren sind nur wenige Töne-hervorbringende; Grillen und Heuschrecken vermögen dieses, indem elastische Membranen, namentlich die Flügel, aneinander gerieben oder mit den gezähnten Hinterschienen wie mit einem Fidelbogen gestrichen werden; Cicaden, indem sie Hornplatten an der Bauchwurzel mittelst eigener Muskeln in schwingende Bewegung versetzen. Die Töne werden also hier durch rein mechanische Mittel (ohne Beihülfe von schwingenden Luftsäulen, wie bei der Stimme der höheren Thiere) hervorgebracht.

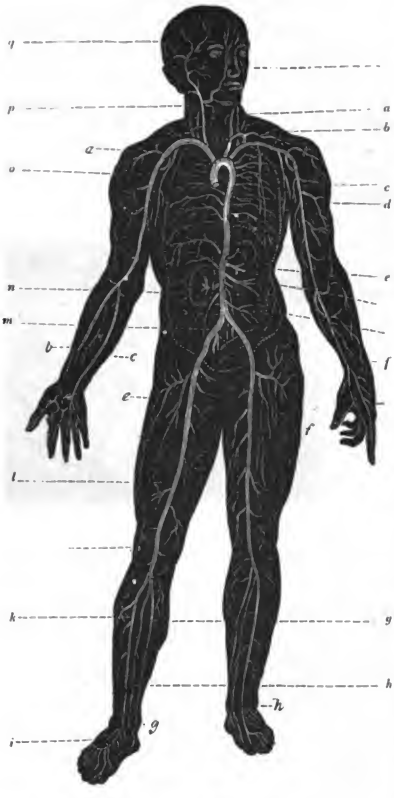
460. Die absondernden Organe — Drüsen von meist sehr komplizirtem Bau — treten theils mit dem Ernährungs-, theils mit dem Athmungs-, theils mit dem Kreislaufs- und Geschlechtssystem in nähere Beziehung. Speicheldrüsen sind die einfachsten unter ihnen, sehr allgemein im Thierreiche verbreitet, gewöhnlich am Anfang des Nahrungskanales gelegen; die Magendrüsen sondern den Magensaft und in ihm das Pepsin, das eigentliche Auflösungsmittel der Speisen ab; die Gallenwerkzeuge sind entweder nur blindgeendigte Röhren um den auf den Magen folgenden Darmtheil, wie bei Würmern, Krebsen, Spinnen; oder stellen eine Leber dar, eine Drüse von höchster Zusammensetzung, besonders bei den Wasserthieren sehr groß, den Mollusken und den vier obersten Klassen nie fehlend und hier fast immer mit einer Gallenblase, als Behälter ihres Absonderungsprodukts, verbunden. Eine Milz findet sich nur in den vier obersten Klassen; die von ihr abgesonderte Lymphe bereichert den Chylus mit Faserstoff und Cruor; zugleich sollen in der Milz die Blutkörperchen zerstört werden, ihren Untergang finden. Die Bauchspeicheldrüse (Pankreas) ergießt ihren auf den Speisebrei wirkenden Saft in den Anfang des Darms; sie findet sich nur bei Rochen und Hayen und bei den vier obersten Klassen. Die nur bei den Wirbelthieren vorkommenden Brust- und Schilddrüsen scheinen in Beziehung zum Athmungssystem zu stehen. Mit dem Blutgefäßsystem verbinden sich die Nieren, sehr zusammengesetzte Drüsen, welche durch den von ihnen abgesonderten Harn das Blut in seiner normalen Mischung erhalten und in antagonistischer Thätigkeit zur Haut stehen; auch sie sind fast nur den obersten Klassen eigen. Von den Milchdrüsen und den eigentlichen Geschlechtsdrüsen wird beim Generationssystem noch die Rede seyn.



Bau einer zusammengesetzten Drüse.

461. Das Gefäßsystem (Adersystem) stellt mittelst des Blutes, der Lymphe und des Chylus, welche in ihm kreisen, die Verbindung zwischen Verdauungs- und Athmungssystem her. In einigen sehr niederen Thieren strömt

Digitized by Google



Arterien des Menschen.

a Wirbelarterie; *b* Art. subclavia *c* A. axillaris; *d* A. brachial; *e* A. coeliaca; *f* A. radialis; *g* A. tibialis post; *h* A. peronaea communis; *i* A. dorsalis pedis; *k* A. tibial. antica; *l* A. femoralis; *m* A. iliaca; *n* A. renalis; *o* Aorta; *p* A. carotis; *q* A. temporalis.

die Körperflüssigkeit zum Theil bahnlos durch die Substanz, oder sie haben nur eine Art von Gefäßen, manchmal, wie bei Quallen, manchen Würmern ꝛc., ohne Centralorgane (Herzen, muskulöse Behälter mit großer Kontraktionsfähigkeit); in vollkommneren Thieren findet man 3 Arten von Gefäßen: Arterien (Schlagadern), welche, immer feiner, zuletzt in die feinsten Haargefäße sich vertheilend, das Blut vom Herzen wegführen; Venen, die es aus den Capillargefäßen sich sammelnd, wieder zum Herzen bringen und Lymphgefäße, welche Chylus und Lymphe in die Blutmasse leiten; zu letzteren muß auch der Milchbrustgang (Ductus thoracicus) gerechnet werden, welcher den durch den Verdauungsakt gewonnenen Chylus oder Milchsaft in die Blutmasse führt. Mollusken, Crustaceen, Spinnen besitzen ein gewöhnlich einkammeriges Herz und deutliche Gefäße; ganz eigenthümlich ist das Herz bei den Insekten gestaltet, wo es einen mit Seitenöffnungen und einem vorderen Gefäßstamm versehenen, am Rücken liegenden mehrarmigen Schlauch vorstellt; die Gefäße verkümmern bei diesen Thieren mit der Erreichung der vollkommneren Zustände, in welchen sich das Luftröhrensystem mehr ausbildet. Bei allen Thieren, mit Ausnahme der Vögel und Säugethiere, ist das Blut kalt, d. h. seine Temperatur übersteigt die des umgebenden Mediums wenig oder nicht.

Digitized by Google

462. Während niedrigere Thiere öfters mehrere Herzen (die Sepien z. B. drei) oder herzähnliche Gefäßanschwellungen haben, findet man bei den Wirbelthieren stets nur ein Herz, einkammerig (nämlich aus einer Kammer und Vorkammer bestehend) bei den Fischen und manchen Amphibien; unvollkommen zweikammerig bei anderen Amphibien; vollständig zweikammerig (aus zwei Kammern und zwei Vorkammern bestehend) bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren. Ein einkammeriges Herz nimmt nur eine Blutart auf, nämlich das vom Körper kommende Venenblut, in einem unvollständig zweikammerigen Herzen tritt eine Vermischung von Venen- und Arterienblut ein, — erst in dem Herzen mit vollkommen geschiedenen Kammern werden auch die beiden Blutarten streng auseinander gehalten; die rechte Abtheilung eines solchen Herzens nimmt das venöse, die linke das arterielle Blut auf. Nur die Thiere mit vollständig geschiedenen zwei Herzkammern haben warmes Blut von einer konstanten, hohen Temperatur, auch bei Erkaltung des Mediums, in welchem sie leben. — Ernährungs-, Athmungs-, Absonderungs- und Kreislaufsorgane stellen zusammen ein höheres Ganzes dar und sind nicht nur hämatopoetischer, d. h. blutbereitender Apparat, sondern vermitteln auch unter dem Einfluß des Nervensystems Stoffwechsel, Ernährung aller Theile und Wachsthum.

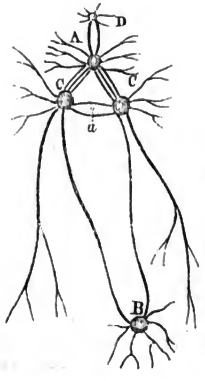
463. Nerven- und Sinnensystem, zusammen auch ein höheres, unzertrennliches Ganzes bildend, vermitteln die Sensibilität (im weitesten Sinn). Nerven sind weiße Fäden, bestehend aus mikroskopisch feinen, weichen, wahrscheinlich hohlen Fasern, welche von häutigen Scheiden umgeben sind. Sie kommen aus Centraltheilen (Hirn, Rückenmark, Ganglien) hervor und vertheilen sich, in immer dünnere Zweigchen auseinandertretend, an die Organe. Gewisse Nerven sind bestimmt, Einwirkungen der Außenwelt nach den Centralorganen fortzupflanzen, so die Empfindungs- und übrigen Sinnesnerven, andere haben die Aufgabe, Bewegungen in den Centralorganen auf die Peripherie, namentlich auf die Bewegungsorgane überzutragen, noch andere sollen das Bildungsleben vermitteln helfen. Nerven und Centralorgane mit dieser letzteren Bestimmung werden wohl unter dem Namen vegetatives Nervensystem, — die, welche Sinneswahrnehmung, Bewegung und Seelenleben vermitteln, unter dem Ausdruck animales Nervensystem zusammengefaßt. Beide sind aber in der Wirklichkeit mit einander verbunden; obschon in den höheren Thieren und im Menschen die sympathischen Ganglien mit den aus ihnen hervorkommenden Nerven vorzüglich dem Bildungsleben vorstehen, so betheiligen sich doch auch Cerebrospinalnerven, d. h. aus dem Hirn und Rückenmark, den Centralorganen des animalen Lebens, kommende, an denselben, tauschen zugleich vegetative und animale Nerven, Fasern und Faserbündel gegen einander aus und treten in zusammengesetzten Ganglien mit einander in Berührung.

464. Die sogenannte Vollkommenheit eines thierischen Organismus wird vorzugsweise nach der größern oder geringern Ausbildung seines Nervensystems beurtheilt. Bei den einfachsten Thieren läßt sich keine Spur von Nerven wahrnehmen; die Substanz selbst verhält sich hier empfindlich. Bei

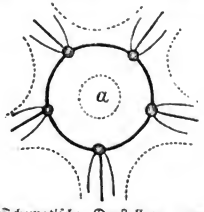
Digitized by Google

anderen niedrigen Thieren nimmt man wenigstens einzelne Fäden, z. Th. auch schon kleine nervöse Centra in Form von Knötchen (Ganglien) wahr; bei vollkommneren Thieren sehr verschiedener Typen ist immer ein ausgebildetes, mehr oder minder regelmäßiges Nervensystem da. Auf den obersten Stufen wird dieses zum mächtigsten System, welches den Leib mit unzählbaren Verzweigungen durchzieht, und sowohl dessen allgemeine Form als dessen Leben in erster Instanz bestimmt. Hier, bei den sogenannten Wirbelthieren und beim Menschen, findet sich ganz allgemein ein über dem Schlunde liegendes undurchbohrtes Gehirn, welches in das Rückenmark ausgeht; aus Hirn und Rückenmark treten die Sinnes- und Bewegungsnerven hervor; zu beiden Seiten des Rückenmarkes, vor demselben, verlauft eine Reihe durch Fäden mit einander verbundener, Fäden in die Eingeweide aussendender, sympathischer Knoten. Bei allen übrigen Thieren stellt das Gehirn einen den Schlund umfassenden Ring dar, der ober und unter dem Schlunde Anschwellungen zeigt, aus welchen Nervenstränge hervorkommen.

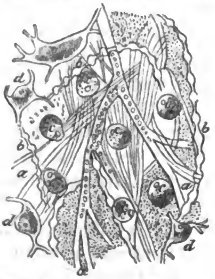
465. Während Rhizopoden und Infusorien kein Nervensystem erkennen lassen, hat man bei Polypen und Quallen einzelne, z. Th. noch bestrittene Rudimente desselben gefunden. Bei den Stachelhäutern hingegen ist der Schlundring mit seinen ausstrahlenden Fäden deutlich; gleich dem Körper zeigt hier auch das Nervensystem strahligen Bau. Noch besser ausgebildet, namentlich in Rücksicht des Hirnknotens und anderer Ganglien, ist das Nervensystem der



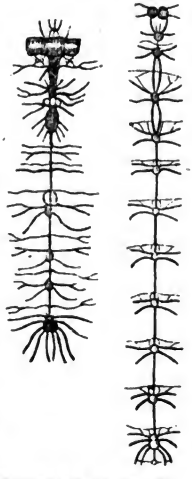
Nervensystem einer Aplysia.
A Kopfganglien, zu einer unpaaren Masse mit einander verschmolzen, B C die zwei anderen ventralen Ganglien, D sympathisches Nervensystem.



Schematische Darstellung vom Nervensystem eines Seesternes.



Sehr stark vergrößerte Abbildung eines sehr kleinen Partikelchens des Menschenhirns.
a Einfache Nervenfasern, b knotige, c sphäroidische Nervenzellen, (Ganglienzellen, Bewegungsmasse), d knotige Nervenzellen.



Nervensystem des Ligusterschwärmers, als Raupe und als Schmetterling.

Digitized by Google

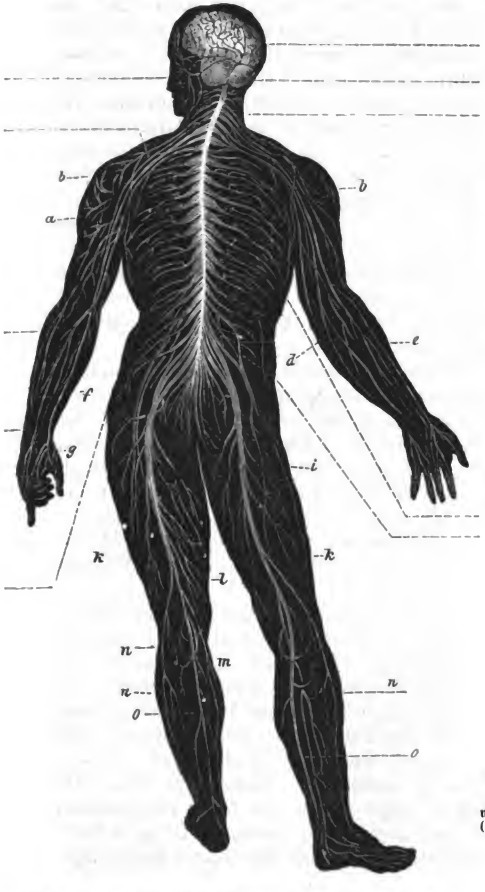
Mollusken, sehr häufig, der Körpergestalt entsprechend, noch unsymmetrisch; vollkommen regelmäßig ist es erst bei den Cephalopoden (Sepien und verwandten Thieren), wo das Gehirn bereits sehr ansehnlich und in eine Knochenkapsel, als erste Andeutung eines Schädels, eingeschlossen ist. Bei den Würmern findet sich meist eine sogenannte Ganglienkette, d. h. eine Reihe hinter einander liegender, durch einen oder zwei Fäden verbundener Knoten, welche Grundform die Natur auch bei den Insekten, Krebsen, Spinnen beibehält. Diese Ganglienkette, welche Empfindung und Bewegung vermittelt, entspricht dem animalen Nervensystem der Wirbelthiere, verlauft aber im Gegensatz zu diesem an der Bauchseite. Die Zahl ihrer Knoten, die Ausbildung des vordersten, das Gehirn darstellenden, die Zahl und Anordnung der aus ihnen hervortretenden, rings in die Organe sich verzweigenden Nerven ändert nach der Form ungemein ab und man sieht deutlich, daß die Körpergestalt der Thiere, die Zahl ihrer Leibesringe ꝛc. mit der des Nervensystems in Uebereinstimmung stehe. — Gewöhnlich vom Schlundring, seltener von einem hinter ihm liegenden Knoten der Ganglienkette geht ein zweites, viel feineres, ebenfalls knotige Anschwellungen zeigendes System aus, welches sich am Rücken dieser Thiere verbreitet, und den sympathischen Nerven der Wirbelthiere analog ist, so daß diese und die sogenannten Gliederthiere eine entgegengesetzte Anordnung der zwei Kategorien ihres Nervensystems zeigen.

466. Hirn und Rückenmark müssen aus aneinander gerückten, theilweise miteinander verschmolzenen Nervenknoten entstehend vorgestellt werden; dieses lehrt sowohl die Entwicklungsgeschichte des Embryo's als die von den Fischen, den niedrigsten Wirbelthieren, bis zu den Säugethieren fortschreitende Betrachtung. Im Embryo lassen sich die einzelnen Abtheilungen des Gehirns deutlicher erkennen und in den Fischen liegen sie hinter einander. — Man kann im ausgebildeten Gehirn der Wirbelthiere und des Menschen drei Hauptabtheilungen annehmen; die hinterste, in näherer Beziehung zur Generationssphäre, zum Fühl- und Hörsinn stehende, ist das kleine Gehirn, aus der mittlern entspringen die Schmeck- und Sehnerven; die vorderste, aus der die Riechnerven kommen, steht hiedurch in Rapport mit dem Athmungssystem, und ihre Ganglien, die großen Halbkugeln, sind zugleich Sitz des Selbstgefühls und Bewußtseyns, daher nächstes Organ des Seelenlebens. Mittlere und vordere Abtheilung werden gewöhnlich als großes Gehirn dem kleinen entgegengesetzt; diese beiden sind durch den markigen Hirnknoten verbunden; die beiden Halbkugeln werden durch den großen Hirnbalken und einige kleinere Verbindungstheile (Kommissuren) vereinigt; jede Halbkugel enthält eine seitliche Hirnhöhle. Diese beiden Höhlen, durch eine dünne Scheidewand getrennt, enthalten die sogenannten gestreiften Körper und die Sehhügel; zwischen letzteren liegt die

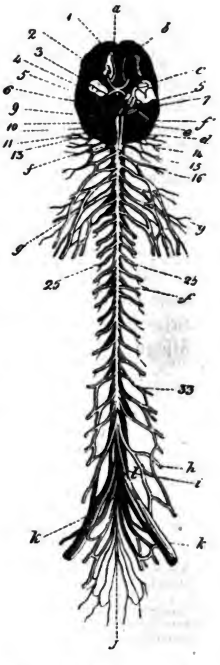
a Theil des Rückenmarks von vorn mit den beiden Wurzeln eines Nerven: b hintere Wurzel mit c einem Ganglion; d vordere Wurzel, aus einzelnen Bündelchen zusammentretend; der Nervenstamm zerfällt sogleich wieder in zwei Hauptäste e, f

Digitized by Google

dritte Hirnhöhle, durch einen Kanal mit der unter dem kleinen Gehirn liegenden vierten Hirnhöhle verbunden. Hinter den Sehhügeln liegen die Vierhügel, auf ihnen die Zirbeldrüse. Die Hirnhöhlen sind von Dunst und Flüssigkeit erfüllt; die innere Substanz des Gehirns ist weiß, weich, aus unzählbaren feinsten, wunderbar ineinander verschlungenen, hiemit sich durchkreuzende Faser-



Allgemeine Ansicht des Nervensystems, namentlich der Rückenmarksnerven; ihr Zusammenhang mit dem Rückenmarke und ihre Verzweigung in den Körper.



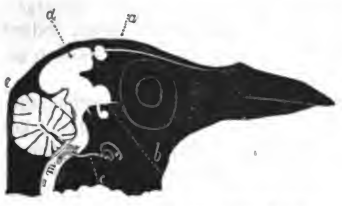
Gehirn und Rückenmark des Menschen,

mit den davon ausgehenden Nerven. (Gehirn von unten, Rückenmark von vorn)

Digitized by Google

ſyſteme darſtellenden Nervenröhren, mit Millionen dazwiſchen geſtreuter ſphäroidiſcher oder ſtrahliger Ganglienzellen, gebildet, die Rindenſubſtanz von unermeßlich vielen feinſten Kapillargefäßen röthlich grau. Jene Faſerſyſteme entſprechen den im Leibe vertheilten, ſind die centralen Endtheile dieſer, während die Ganglien- oder Nervenzellen für Erzeuger des im Nervenſyſteme thätigen Prinzips gehalten werden. Durch Löcher im Schädel und in den Rückenwirbeln treten ſymmetriſch zu beiden Seiten die Sinnes- und Bewegungsnerven aus, — beim Menſchen aus dem Gehirn 12, aus dem Rückenmark 30 Paare, — und verbreiten ſich in die Organe.

467. Gehirn und Rückenmark ſtehen zu den Nerven und unter ſich in einem gewiſſen Gegenſatze, ſo daß, je weiter man im Thierreiche aufwärts ſteigt, ihre Maſſe im Verhältniß zu der der Nerven überwiegender, dieſe zarter werden und zugleich das Gehirn, früher im Vergleich mit dem Rückenmark nur mäßig groß, in den oberſten Formen auch an Maſſe dieſes mehrmal übertrifft. Aber auch die einzelnen Theile des Gehirns laſſen eine Veränderung ihrer Proportionen erkennen, indem allmälig die großen Halbkugeln ein ſolches Uebergewicht über die mittleren und hinteren Ganglien gewinnen, daß dieſe mehr und mehr unter ſie zurücktreten und endlich im Menſchen das kleine Gehirn, wenn man den ganzen Bau von oben betrachtet, völlig von den Halbkugeln verdeckt wird. Das Rückenmark erfährt allmälig eine Verkürzung; bei den meiſten Fiſchen und Amphibien läuft es noch durch die Schwanzwirbel, dann endigt es in den Kreuz-, endlich in den Lendenwirbeln; gleiche Verkürzung wird bei der Entwicklung der Embryonen wahrgenommen. Die tiefen gewundenen Furchen, ſogen. gyri, an der Außenfläche der großen Halbkugeln des Menſchenhirns, von der Zuſammenfaltung deſſelben in dem ſeine Maſſe kaum faſſenden Schädel herrührend, finden ſich ſchwächer auch bei den meiſten Säugethieren; die den Vögeln ſo nahe verwandten Nager, die Vögel, Amphibien, Fiſche haben hingegen ein glattes Gehirn, welches oft nur zum Theile die Schädelhöhle erfüllt. Die drei Häute, welche das Gehirn umgeben, harte Haut, Spinnweben- und Gefäßhaut, ſetzen ſich durch das verlängerte Mark, die Verbindungsregion von Hirn und Rückenmark, auch über das letztere fort; im großen Gehirn bildet die harte Hirnhaut, ſich zwiſchen die Halbkugeln einſenkend, die ſogen. Sichel und trennt durch einen horizontalen Fortſatz, Hirnzelt genannt, großes und kleines Gehirn. — Die Rückenmarksnerven entſtehen aus oberen oder hinteren und unteren oder vorderen Wurzeln; erſtere enthalten Faſern, welche der Empfindung, — letztere ſolche, welche der Bewegung dienen.



Durchſchnitt vom Kopf einer Krähe.
a Riechnerv; b Sehnerv; c Hörnerv; d großes, e kleines Gehirn.

Digitized by Google

468. Das Sinnensystem ist gleichsam eine Efflorescenz des Nervensystems, welches sich in ihnen gegen die Welt aufschließt. Erst in den vollkommneren Thieren kommt es zur Entwicklung der gewöhnlich angenommenen fünf Sinnesorgane; in manchen sehr einfachen Thieren ist nur Gefühlsinn (ohne welchen ein Thier überhaupt nicht denkbar ist,) oder vielleicht richtiger eine Art Allsinn vorhanden, welcher die verschiedenen Wahrnehmungen, welche sonst durch die spezifisch entwickelten Sinnesorgane vollkommener gemacht werden, auf unvollkommnere Weise vermittelt. Bei jenen einfachsten Thieren ist Empfindung mehr oder minder über die ganze Oberfläche verbreitet, besonders wenn sie bewimpert ist, bei den Thieren mit entwickelten Sinnen vermitteln die allenthalben, namentlich in der Haut verbreiteten Empfindungsfasern das Gefühl für die greifbare Materie und die Wärme. Die vier anderen Sinnesorgane entstehen, indem spezifische Nerven an die Peripherie des Leibes treten; zur Darstellung des Schmeckorgans erheben sich dieselben bloß in Wärzchen, für die drei übrigen Sinne verbinden sie sich an Stellen, wo die Haut durchbrochen wird, mit geeigneten Apparaten; es entstehen hier Höhlen, von Wasser, Luft oder festen Körpern erfüllt, Skelet und Muskelsystem nehmen Antheil, und so bilden sich Geruchs-, Hör- und Sehorgan. Letztere beide sind am komplizirtesten gebaut, namentlich das Auge, welches deßhalb in seinem Verhältniß zum Körper microcosmus in macrocosmo genannt wurde.

469. Das Gefühlsorgan ist passiv, wie in den mit Empfindungsfasern versehenen Flächen ohne vorragende Theile, z. B. am Rücken, den Armen, oder aktiv, wenn Vorragungen sich bilden, die Erfassung und Betastung der Körper in vollkommener Weise gestatten. Infusorien tasten mit ihren Wimpern, Polypen mit ihren Armen, Stachelhäuter mit Fühlern und kontraktilen Füßchen, Mollusken mit Fuß, Lippen, Fühlfäden, Armen, Insekten und Krebse mit Fühlhörnern und Freßspitzen (Palpen), Spinnen mit Fußspitzen und Palpen, Fische, Amphibien, Säugethiere mit Lippen und Nasenspitze (manche Säugethiere bereits mit Händen, in Fledermäusen ist Nasen-, Ohren- und Flughaut Sitz wunderbar feinen Gefühls), Vögel mit der Spitze des Schnabels; alle zum Tasten bestimmten Organe sind um so reicher an Empfindungsfasern, je feiner ihr Gefühl ist. Nach neuerer Untersuchung (von R. Wagner) theilen sich die unter der Oberhaut liegenden Wärzchen in solche, welche bloß Gefäßschlingen, und in solche, welche nur Nerven erhalten. Jede Nervenpapille (die an den Fingerspitzen sind $^1/_{20}$ — $^1/_{10}$‴, die an den übrigen Körpertheilen $^1/_{20}$‴ bis unter $^1/_{50}$‴ hoch) schließt wie einen Kern ein eigenthümlich gebildetes kleines Körperchen ein, welches einen feinsten Nervenfaden aufnimmt, der in selbem sein Ende erreicht; jede Primitivnervenfaser von etwa $^1/_{200}$‴ Dicke theilt sich in viele gegen die Hautfläche senkrechte Aestchen von $^1/_{600}$ — $^1/_{500}$‴ Dicke, an deren Endpunkten jene »Tastkörperchen« hängen. Jeder Nervenfaser also mit ihren Fibrillen und Tastkörperchen kommt ein eigenes kleines Gebiet zu, welches nur einem einfachen Punkt im Hirn und Rückenmark entspricht; Einwirkung auf alle Körperchen derselben Faser erscheint im

Digitized by Google

Bewußtsein doch nur als ein Eindruck. Die Tastkörperchen, aus wagrecht über einander stehenden Zellschichten gebildet, vielleicht mit Flüssigkeit dazwischen, wären elastischen Kissen oder wassergefüllten Blasen vergleichbar. — Sind diese Wahrnehmungen richtig, so würde eine frühere Vorstellung hiedurch widerlegt, wonach jede Primitivnervenfaser eine geschlossene Ellipse mit doppelter Endschlinge, einer im Gehirn, der anderen irgendwo in der Peripherie, darstellen sollte; im einen Schenkel der Ellipse sollte die Empfindung zum Gehirn, im andern der Willenseinfluß vom Gehirn zum entsprechenden peripherischen Punkt fortgepflanzt werden.

470. Zungenartige Gebilde kommen bereits bei Schnecken, Kopffüßern, Würmern und einigen Insekten vor (was übrigens bei manchen Zunge genannt wird, ist die Unterlippe) und sind bei den Wirbelthieren ganz allgemein. Häufig scheint aber die Zunge mehr Schling- als wahres Geschmacksorgan zu sein, um so mehr, als sie erst bei den Säugethieren (wie beim Menschen) den eigentlichen Geschmacksnerv (den Zungenast, ramus lingualis, vom fünften Nervenpaar) erhält, weich, fleischig und beweglich wird und gleich der menschlichen Zunge kegel-, pilz- und kelchförmige Wärzchen hat.

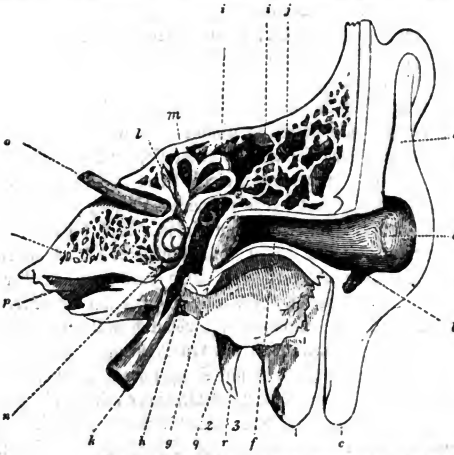
471. Geruchsorgane sind im Thierreiche keineswegs sehr allgemein verbreitet. Ein unzweifelhaftes Riechwerkzeug nimmt man erst bei den zehnfüßigen Krebsen (den vollkommensten Thieren ihrer Klasse, zu welchen unser Flußkrebs gehört) wahr; hier liegt im Wurzelglied der kleinen Fühlhörner, in einer nach außen offenen Höhle, ein zartes kiemenförmiges Organ, zu welchem ein Hirnnerv tritt und das man für ein Riechorgan nimmt. Auch bei den Insekten finden sich Geruchswerkzeuge und fehlen, mit Ausnahme des anomalen Fisches Amphioxus, wohl keinem Wirbelthiere. Eine durchgreifende Verschiedenheit besteht jedoch zwischen den Riechorganen der Fische und der oberen Klassen; bei jenen vertheilen sich die Riechnerven gewöhnlich in 2 Gruben an der Schnautzenspitze, welche keine Gemeinschaft mit den Nahrungs- und Luftwegen haben; bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren verbinden sich die Riechhöhlen durch die Nasenkanäle und hinteren Nasenlöcher mit der Rachenhöhle und hiedurch mit Schlund und Luftröhre. Die Riechnerven sind immer das erste Hirnnervenpaar; sie vertheilen sich an die Schleimhaut der sogen. Nasenmuscheln, bei den Säugethieren zugleich durch eine durchlöcherte Knochenplatte, das Siebbein, gehend; außer ihnen gehen Zweige vom fünften Paar zum Riechorgan. Mit den Nasenhöhlen stehen bei den Säugethieren auch noch Keilbein- und Stirnbeinhöhlen, ebenfalls von riechender Schleimhaut ausgekleidet, in Verbindung, wodurch die Geruchsempfindung (namentlich bei Wiederkäuern und Raubthieren) große Energie erlangt, sowie auch in dieser Klasse erst eine fleischig-knorplige, manchmal zu Rüsseln verlängerte äußere Nase sich bildet.

472. Weiche Nervenmassen, mit spezifischer Empfindlichkeit für die Schallschwingungen und feste, sie umgebende Gebilde, sind die wesentlichsten Bestandtheile des Gehörorgans. Erst bei den Schnecken und Muscheln tritt ein solches in einfachster Gestalt auf, bestehend in einem auf dem Gehörnerven

Digitized by Google

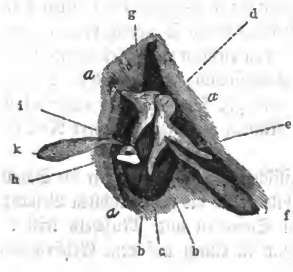
sitzenden Bläschen mit einem oder zahlreichen harten Körperchen (Gehörsteinchen, Otolithen) die durch Wimpern unaufhörlich bewegt werden; solche Otolithen dienen zur Verstärkung der Schallschwingung. Deutlicher entwickelt ist das Organ bei den Kopffüßern, verborgen in zwei nach außen geschlossenen kleinen Höhlen im Kopfknorpel (einem Rudimente des Schädels); jede Höhle schließt ein zarthäutiges, mit flüssiger Nervenmasse und einem Otolithen erfülltes Säckchen ein; die Hörnerven, welche zu diesen Säckchen treten, kommen vom Schlundnervenring. Bei den Krebsen liegen die sehr einfachen Gehörorgane in der Wurzel der großen Fühlhörner, bei den Insekten an oft sonderbaren Stellen; z. B. bei den eigentlichen Heuschrecken (Acrydinen) im ersten Bauchring, bei den Locustinen in den Schienen der Vorderbeine.

473. Bei allen Wirbelthieren kommen die Hörnerven direkt aus dem Gehirn; das Organ, bei den meisten Fischen mit dem Hirn in der Schädelhöhle



a, b, c Aeußeres Ohr; d Beginn des äußeren Gehörganges (f); e hinterer äußerer Theil des Felsenbeines; g Trommelfell; dahinter h Trommelhöhle (ohne Gehörknöchelchen); i Oeffnungen, welche aus der Trommelhöhle in die Zellen (j) des Schläfenbeines führen. Dem Trommelfelle gegenüber sind fenestra avelis und rotunda als dunkle Flecken angegeben. Diese und die Theile des Labyrinths sind vergrößert dargestellt. k Eustachische Röhre; l Vestibulum; m halbkreisförmige Kanäle; n Schnecke; o Gehörnerv; p Kanal für die Kopfarterie (Carotis); q hintere Wand der Gelenkhöhle für den Unterkiefer; r processus styloideus des Schläfenbeins.

Senkrechter Schnitt durch das menschliche Gehörorgan.



a Die Gehörknöchelchen in ihrer Lage, von Innen nach Außen angesehen;
b Trommelfell;
c Fortsatz des Hammers, welcher am Trommelfelle befestigt ist;
d Kopf des Hammers;
e langer Fortsatz desselben;
f Muskel des Hammers;
g Ambos, dessen einer Schenkel durch h ein kleines Knöchelchen mit i dem Steigbügel verbunden ist;
k der Muskel des Steigbügels.

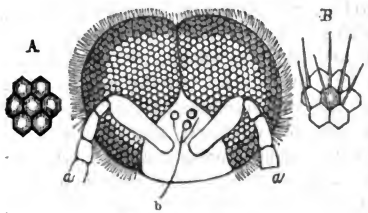
Digitized by Google

liegend, erhält weiter nach oben stets seine besondere Höhle, erreicht aber erst in den Säugethieren die allgemeine Form des menschlichen. Hier findet sich eine knorplige Ohrmuschel zum Auffangen der Schallstrahlen, die durch den äußern Gehörgang auf das Trommelfell, eine gespannte elastische Membran, treffen, welche jenen von der Höhle trennt, in welcher die wesentlichsten Theile des Organs liegen, und die man Paukenhöhle nennt. Inner dem Trommelfell beginnt eine Kette kleiner Knöchelchen, von ihrer Form Hammer, Ambos, Steigbügel genannt; sie sind untereinander verbunden. Der Hammer fügt sich der innern Wand des äußern Trommelfells ein, der Fußtheil des Steigbügels verbindet sich mit dem innern Trommelfell, welches in einer Oeffnung des Vorhofs des sogen. Labyrinths, eines Systems eigenthümlich gestalteter hohler Knochen, liegt, welche die empfindende Nervensubstanz enthalten. Das Labyrinth besteht aus einem blasig aufgetriebenen Knochentheil, dem erwähnten Vorhof, drei bogenförmigen, sich mit ihren Höhlen in den Vorhof öffnenden Knochen, den sogen. halbzirkelförmigen Kanälen und einem spiralgewundenen, ebenfalls hohlen Knochen, der Schnecke. Diese ist ein Kanal, der $2\frac{1}{2}$ Umgang macht, seiner ganzen Länge nach durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen gesondert und durch eine Oeffnung mit dem Vorhofe, durch das sogen. runde Fenster mit der Paukenhöhle verbunden. Die Substanz des sich an Schnecke, Vorhof und Bogengänge vertheilenden Hörnerven wird im Labyrinth äußerst weich, fast flüssig; eine feine, mit wässeriger Feuchtigkeit erfüllte Membran kleidet es aus. Ein häutiger Kanal, die sogen. Eustachische Röhre, verbindet die Paukenhöhle mit der Rachenhöhle; durch sie wird das Gleichgewicht der Luft in der Paukenhöhle mit der äußern Luft hergestellt und die Schall-Empfindung wird durch die aus dem Munde in jenen Kanal zum Labyrinth gelangenden Schwingungen verstärkt.

474. Der Sehnerv für sich würde nur Licht und Dunkelheit unterscheiden lassen; zur Darstellung bestimmter Bilder von den Gegenständen muß sich derselbe mit brechenden Medien verbinden, wodurch das Sehorgan entsteht. Die einfachste Art wahrer Augen besteht außer dem Sehnerven aus einer Hornhaut oder krystallinischen Körpern nebst farbigem Pigment, welches sie umgibt und von der angrenzenden Körpersubstanz isolirt. Die rothen oder schwärzlichen Punkte vieler Infusorien lassen auch jene einfachen Requisite nicht wahrnehmen und können deßhalb keine Augen sein. Im Umkreis mancher Quallen und an den Strahlenenden der Seesterne finden sich farbige Punkte, aus rothem Pigment mit Haufen kleiner Krystalle und gelblichen, für Nervenmasse gehaltenen Körperchen bestehend, welche vielleicht für Augen genommen werden dürfen. Am Mantel vieler Muscheln trifft man glänzende Punkte in großer Zahl, die man ebenfalls für Augen hält. Bei vielen Schnecken sind 2—4 deutliche Sehorgane an der Spitze oder an der Wurzel der Fühler zugegen, bestehend aus einer Netzhaut (Ausbreitung des Sehnerven), einer Krystalllinse und zu äußerst einer mit schwarzem Farbstoff versehenen Hornhaut; noch vollkommener sind die zwei großen, bereits mit Pupille und Muskeln versehenen Augen der Cephalopoden. Bei vielen freilebenden

Digitized by Google

den Würmern finden sich zwei und mehrere sehr einfache Augen, beim Blutegel z. B. zehn; der Meerwurm, Polyophthalmus, hat Augen am Kopfe und zwei Reihen anderer längs dem Rücken; die spinnenartigen Thiere besitzen zwei bis zwölf; bei Krebsen und Insekten kommen außer einfachen Augen ganz eigenthümliche zusammengesetzte vor. Die großen Halbkugeln am Kopfe einer Fliege, eines Käfers, eines Schmetterlings, der höheren Krebse (wo sie auf beweglichen Stielen stehen), sind solche zusammengesetzte Augen aus Hunderten oder Tausenden vereinigter einfacher gebildet. Betrachtet man eine solche Augenhemisphäre mit dem Mikroskop, so sieht man sie in zahlreiche Feldchen (Facetten) getheilt (etwa 4000 bei der Stubenfliege, gegen 20,000 und mehr bei manchen Käfern und Schmetterlingen), jedes Feldchen ist die Hornhaut eines besondern Aeugelchens; unter jeder Hornhaut liegt ein durchsichtiger Pyramidalkörper, die breite Grundfläche der Hornhaut, die Spitze einer Faser des Sehnerven zugekehrt. Dieser theilt sich nämlich bei seinem Eintritt in's Auge in Hunderte oder Tausende einzelner Fasern, und jeder Faser entspricht eine (den Glaskörper der Wirbelthieraugen vertretende) krystallinische Pyramide und eine Hornhaut; die Räume zwischen Fasern und Pyramidalkörpern sind von Pigment erfüllt. Die Larven der Insekten haben nur einfache Augen, die vollkommenen Thiere dieser Klasse zusammengesetzte und meist noch zwei bis drei einfache auf dem Scheitel.

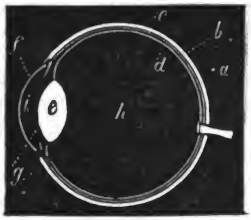


Kopf der Biene,
von vorn mit Antennen (a), facettirten und einfachen Augen (b). A B. Facetten isolirt, zum Theil mit Haaren an den Rändern.

475. Die Augen der Kopf- oder Wirbelthiere sind immer nur in der Zweizahl vorhanden und fehlen nur äußerst selten ganz. Der von mehreren Muskeln bewegte Augapfel des Menschen und der Säugethiere besteht aus mehreren Häuten und durchsichtigen, von diesen eingeschlossenen brechenden Körpern und hängt am Sehnerven wie eine Frucht am Stiel. Die äußerste, harte, weiße Haut, Sklerotika genannt, umfaßt nach vorne die, einen kleinern Kugelabschnitt bildende durchsichtige Hornhaut; unter der Sklerotika liegt die dunkle Gefäßhaut oder Choroidea, die sich nach vorne einwärts faltend die Regenbogenhaut, Iris, bildet, und zur Ernährung des Auges, wie zur Absorption eines großen Theiles des einfallenden Lichts dient. Die Iris (beim Menschen blau, grau, braun, schwarz gefärbt) hat in der Mitte eine Oeffnung, Sehloch oder Pupille, welche nach der Stärke oder Schwäche des Lichtes sich verengert oder erweitert; im hintern Theile des Augapfels, inner der Gefäßhaut, liegt die Netzhaut, retina; sie besteht aus zwei Schichten, nämlich der lichtempfindenden Nervenhaut, Ausbreitung des Sehnerven und der sogen. Stäbchenschicht, aus stark lichtbrechenden, senkrecht auf der Nervenschicht

Digitized by Google

stehenden, palliſadenförmigen, mikroſkopiſchen Körperchen gebildet, katoptriſch wirkend, d. h. gleich einem Spiegel Licht zurückwerfend. Der lichtbrechende, dioptriſche und zugleich achromatiſche Apparat beſteht aus durchſichtigen, flüſſigen und feſten Körpern; der erſte iſt die Hornhaut, zunächſt hinter ihr befindet ſich die wäſſerige Feuchtigkeit (Augenwaſſer), dann folgt die Kryſtalllinſe, hinter ihr, zunächſt vor der Retina, der Glaskörper. Die wäſſerige Feuchtigkeit erfüllt den Raum zwiſchen Hornhaut und Kryſtalllinſe; dieſe, eine



Durchſchnittszeichnung des Auges.

a Sehnerv; b Sklerotika; c Aderhaut, choroidea; d Netzhaut, retina; e Linſe; f Hornhaut, cornea; g Iris; h hintere Augenkammer mit dem Glaskörper; i vordere Augenkammer mit der wäſſerigen Flüſſigkeit.

Das linke Auge, von Außen.

a Hornhaut; b Sklerotika; c Sehnerv; d gerader, unterer Muskel; e gerader, oberer Muskel; f abgeſchnittenes Vorderende des äußeren, geraden Muskels; g Anheftung des unteren, ſchiefen Muskels; h der obere, ſchiefe Muskel; i Aufheber des oberen Augenliedes; k Thränendrüſe.

Sammellinſe, in einer flachen, vordern Vertiefung des Glaskörpers ruhend, iſt aus zwiebelartig ineinander geſchichteten, äußerſt dünnen Blättern gebildet und dieſe wieder aus zahlloſen Faſern von größter Feinheit. Der Glaskörper iſt ſtrukturlos, gleichartig. Die Haut der Augenlieder beugt ſich an deren Rändern einwärts und überzieht als Bindehaut, conjunctiva, in äußerſter Zartheit und Durchſichtigkeit, nur bei der anatomiſchen Zerlegung ſichtbar werdend, die Vorderſeite des Augapfels. Die Thränenfeuchtigkeit, von den in den äußeren Augenwinkeln liegenden Thränendrüſen abgeſondert, erhält das Innere der Augenhöhle fortwährend ſchlüpfrig und dadurch den Augapfel leicht beweglich. — Die Augen der Vögel, Amphibien und Fiſche zeigen ſich in mancher Beziehung unvollkommener; ſie ſind ſämmtlich weniger beweglich und die der Amphibien und Fiſche ſcheinen ſich auch den verſchiedenen Entfernungen der Gegenſtände nur ſchwach akkommodiren zu können.

476. In den dem Gattungsleben dienenden Geſchlechtswerkzeugen werden die Keime neuer Individuen und der befruchtende Stoff erzeugt, welcher deren Entwicklung ermöglicht. Zwar iſt die Erhaltung der Gattung (species) nicht immer von Daſeyn und Wirkſamkeit der Geſchlechtsorgane abhängig, — aber jene Vermehrung durch Theilung, Blaſtien, Sproſſenbildung, welche letztere namentlich im Pflanzenreiche eine ſo außerordentliche Rolle ſpielt, kommt im Thierreiche nur bei niedrigeren Formen vor; die Fortpflanzung aller höheren hängt ganz allein von Geſchlechtsorganen ab. Dunkel iſt noch die Fortpflanzung der Rhizopoden; durch Theilung ihres Körpers in zwei Hälften

Digitized by Google

vermehren sich ganz allgemein die Infusorien und erzeugen außerdem im Innern Blastien, Keimkörnchen, in verschiedener Zahl, welche sich nach mancherlei Metamorphosen zu Wesen gestalten, denen ähnlich, in welchen sie entstanden sind; Geschlechtswerkzeuge fehlen dieser Klasse. Auch bei manchen Würmern (Nais, Filograna) findet noch Vermehrung durch Theilung statt, Sprossenbildung bei Polypen und Glockenthierchen; bei ersteren haben die durch Abschnürung vom Mutterthier frei werdenden und fortschwimmenden Knospen die Form von Schirmquallen. Von den Polypen aufwärts kommen aber fast immer auch Geschlechtswerkzeuge vor; weit überwiegend ist im Thierreiche ihre Vertheilung an verschiedene Individuen, viel *seltener* und beschränkter der im Pflanzenreiche *vorherrschende* Hermaphroditismus (Pteropoden, viele lungenathmende Gastropoden). Bei Bienen, Wespen, Ameisen kommen außer männlichen und weiblichen Individuen auch *geschlechtslose* vor; so z. B. die Arbeiterbienen, welchen die Sorge für die Kolonie obliegt.

477. Die wesentlichen *weiblichen* Geschlechtswerkzeuge sind die *Eierstöcke*, ovaria, drüsenähnliche Organe, bei den Säugethieren und vielen anderen in der Zweizahl, seltener nur einfach vorhanden; in ihrem Gewebe findet sich eine Anzahl Bläschen (folliculi Graafiani), in welchen die Eichen, ovula, erzeugt werden. Bei niedrigeren Thierformen haben die Ovarien röhrenförmigen Bau. Die Eichen gleichen ursprünglich einer Zelle und bestehen aus einem sphäroidischen, dem freien Auge kaum oder gar nicht sichtbaren Bläschen von der flüssigen Dottermasse erfüllt, das kleinere *Keimbläschen*, vesicula germinativa, einschließend, welches noch einen Kern, den sogen. Keimfleck, macula germinativa, enthält. Die Kanäle, in welche die Eier aus den Eierstöcken gelangen, heißen Eileiter, bei den Säugethieren erweitern sich die Eileiter zu einer gemeinschaftlichen fleischigen Kapsel, Fruchthälter, uterus genannt, Entwicklungsstätte der Frucht. Die wesentlichsten *männlichen* Organe sind die *Hoden*, testes, bei niedrigeren Thieren aus einem mehr oder weniger einfachen Kanal, bei den höheren aus einem vielfach gewundenen, von außerordentlicher Länge und Feinheit bestehend, der eine Drüse mit Ausführungsgang darstellt; durch die organische Thätigkeit der Wände dieses Kanals wird aus dem Blute der ihn umspinnenden Kapillargefäße die befruchtende Substanz, der *Same*, sperma, abgesondert, welcher aus wenig Flüssigkeit mit Tausenden und Millionen in ihr schwimmenden beweglichen Körperchen von außerordentlicher Kleinheit, Samenfäden, Samenthierchen, Spermatozoidia, besteht, deren Bestimmung nach Einigen darin besteht, durch ihre beständige (kaum willkürliche sondern automatische) Bewegung die Zersetzung des Sperma's zu verhindern, während Andere (mit größerer Wahrscheinlichkeit) sie für Träger des ihnen adhärirenden oder in ihrer eigenen Substanz begründeten befruchtenden Prinzips betrachten. — Diesen wesentlichen Organen gesellen sich (wie bei den

Säugethierei.
v Zona pellucida; y Dotter; y Keimbläschen; i Keimfleck.

übrigen Systemen) in den höheren Thieren manche andere zu, welche Zweck und Bestimmung des Ganzen auf die von der Natur gewollte Weise erfüllen lassen.

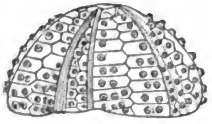
478. Die Geschlechtsdifferenz spricht sich nicht bloß in den Organen ihrer Sphäre, sondern mehr oder minder im ganzen Wesen des Thieres, häufig auch schon in der äußern Bildung aus. Meistens ist das männliche Geschlecht das höher entwickelte, kräftiger bewegliche, mit schärferen Sinnen begabte; wenn bei Insekten das eine Geschlecht geflügelt, das andere flügellos ist, so kommen immer den Männchen Flügel zu (Leuchtkäfer, manche Nachtschmetterlinge); die männlichen Käfer mancher Familien haben Hörner auf Kopf und Brustschild, vergrößerte Oberkiefer (Hirschschröter), männliche Schmetterlinge sind oft schöner gefärbt, die Männchen der Fische und Vögel zeichnen sich häufig durch reichern Farbenschmuck aus, in letzterer Klasse nicht selten auch durch Federbüsche und mancherlei andere Fortsätze, bei den Raubthieren und Affen sind die Männchen ansehnlich stärker und größer, bei den Wiederkäuern mit Hörnern und Geweihen versehen ꝛc. Bei den Schmarotzerkrebsen sind die Männchen zwar oft kleiner, aber viel lebendiger als die Weibchen; auch bei den Falkenarten stehen die Männchen an Größe den Weibchen nach. Ungemein seltener ist das männliche Geschlecht das weniger entwickelte; das merkwürdigste in neuester Zeit beobachtete Beispiel sind wohl die ganz verkümmerten Männchen gewisser Cephalopoden, nämlich des Papiernautilus, Argonauta Argo, und des schalenlosen Tremoctopus; sie haben die Gestalt eines mit vielen Saugnäpfen besetzten Wurmes und besitzen fast nur Geschlechtswerkzeuge (die einen auch Kiemen und vielleicht einen Darm) und die Farbenzellen der vollkommenen Thiere dieser Klasse. Sie wurden früher als Eingeweidewurm unter dem Namen Hectocotylus beschrieben.

479. Das Skelet ist bestimmt, die übrigen Organe zu stützen, ihnen feste Punkte zur Anheftung darzubieten und sie gegen fremde Einwirkung zu schützen. Man unterscheidet dreierlei Arten des Skelets. Verhärtet die Körperhülle selbst, wobei sie mehr oder weniger gegliedert und beweglich erscheint, so ist dieß Hautskelet; werden besonderer Umstände wegen einzelne Eingeweide von harten Bildungen umschlossen, so nennt man dieses Eingeweideskelet; der Name Nervenskelet bleibt den festen Bildungen, welche mit ihren Grundtheilen die Centralorgane des Nervensystems umgeben, mit Inbegriff jener, welche von diesen Grundtheilen ausstrahlen und sich mit ihnen verbinden. Die zarte Haut des Menschen (zu oberst aus dem Oberhäutchen, epidermis, in der Mitte aus dem Malpighi'schen Schleimnetz, zu unterst aus der Lederhaut, cutis, bestehend) zeigt nur an den Fingerspitzen hornige Gebilde, die Nägel, und nur an bestimmten Stellen reichere Haarentwicklung; bei den Säugthieren entwickelt sie in der Regel einen Pelz, seltener einen Hornpanzer (Schuppen- und Gürtelthiere ꝛc.), oder sie ist, wie bei den Walthieren, nackt, mit Specklage unter ihr. Für die Vögel sind Federn charakteristisch, für die Amphibien und Fische Schuppen und Schilder. Die nackte Schleimhaut vieler Thiere ist mit unzählbaren automatisch bewegten Wimperchen, sogen. Flimmercilien besetzt.

480. Ein Hautskelet von gewöhnlich reicher Gliederung und hoher

Digitized by Google

Symmetrie beſitzen die Cruſtaceen und Inſekten; in der Klaſſe der ſpinnenartigen Thiere kommt es meiſt nur zu unvollkommener Verhärtung. Bei den Inſekten beſteht dieſer artikulirte Panzer mit ſeinen Ausſtrahlungen, den Fühlern, Mundtheilen und zahlreichen Gliedern aus Chitin, bei den Krebſen aus Keratin oder aus kohlenſaurem Kalk; die Zahl der Ringe zeigt in den einzelnen Körperabtheilungen beſtimmte Verhältniſſe (bei den Inſekten häufig drei Bruſt- und neun Bauchringe). Bei Schmetterlingen und manchen Käfern entwickelt ſich auf Flügeln und Leib noch eine Bekleidung aus zierlichen vielfarbigen Schüppchen. Das Hautſkelet der Mollusken ſtellt Schalen von kohlenſaurem Kalk dar; einfach und häufig ſpiralgewunden bei den Schnecken, zweiklappig bei den Muſcheln und Brachiopoden; Form und Beſchaffenheit dieſer oft ſo zierlichen, eine reizende Mannigfaltigkeit entwickelnden Schalen hängt von jener Körperhülle ab, welche bei den Mollusken Mantel heißt und die Schalen abſondert, welche ſchichtweiſe, etwa wie Baumrinde wachſen. Auch die Kalkröhren mancher Würmer, der moſaikartig zuſammengeſetzte Panzer der Seeigel und die meiſten Polypenſtöcke beſtehen aus kohlenſaurem Kalk; der Panzer der Räderthierchen und mancher Infuſorien aus Kieſelſäure. — Zum Eingeweideſkelet, welches der Natur nach nur in einzelnen Theilen erſcheinen kann, die gewöhnlich nur die Härte des Knorpels erlangen, gehören z. B. Kehlkopf, Luftröhrenringe, Zungenbein, Knochen in Herzen und Geſchlechtswerkzeugen mancher Thiere, der Rückenknochen der Sepien, die Hornzähne auf der Zunge und im Magen von Mollusken, Krebſen ꝛc.



Skelet des Seeigels, Plaris, ohne die Stacheln.

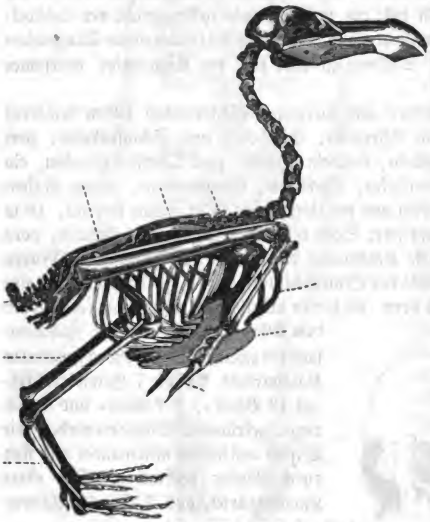
481. Das Nervenſkelet kommt bei den Kopfthieren und beim Menſchen vor und wurde wohl früher allein mit dem Namen Skelet belegt. Seine Theile, die Knochen, ſind zuerſt Knorpel und verhärten durch Ablagerung von phosphorſaurer Kalkerde in ihrem Gewebe, ihre Höhlen bilden ſich mit der Entwicklung weiter aus. Die Grundtheile des Nervenſkelets ſind Schädel und Wirbelſäule, Gehirn und Rückenmark umſchließend, beide aus Wirbeln gebildet. *) An ſie ſchließen ſich Knochengürtel von verſchiedener Bedeutung und Form als Schulterknochen, Rippen, Backenknochen an; das Bruſtbein iſt Bruchſtück einer vordern Wirbelſäure. Von den Gürteln der Schulter- und Beckenknochen ſtrahlen Wirbelſäulen einer tiefern Ordnung, die Glieder, aus, deren bei den Kopfthieren nie mehr als zwei Paare entſtehen, ungerechnet die unpaarigen, welche bloß in der Klaſſe der Fiſche und zwar in der Mittellinie des Körpers als Rücken-, After-, Schwanzfloſſen entſtehen. Die Theile des Nervenſkelets halten beſtimmte Zahlenverhältniſſe ein (wie z. B. der eigentliche Schädel aus

*) Die (neuerlich wieder in Zweifel gezogene) Lehre, daß auch der Schädel aus Wirbeln gebildet ſey, wurde von Oken und Göthe aufgeſtellt, worüber ſich bekanntlich ein mit Bitterkeit geführter Prioritätsſtreit erhob, der noch vor wenigen Jahren erneuert wurde, da Oken — wohl mit Recht — ſich über Verkümmerung ſeiner Anſprüche beklagte.

Digitized by Google

drei Wirbeln besteht, welchen sich drei Gesichtswirbel anschließen) und entwickeln nach Zahl und Verbindung ungemeine Mannigfaltigkeit.

482. Während das Skelet der Fische (bei manchen das ganze Leben knorpelig bleibend) nur die Trennung in einen aus zahlreichen, merkwürdig in einander geschobenen Knochen bestehenden Cephalothorax (Kopfbruststück) und eine Bauchregion erkennen läßt, seine Rückenwirbel (wie auch die der froschartigen Amphibien) hohle Doppelkegel, seine paarigen Glieder (Brust- und Bauchflossen) und unpaarigen nach einem ganz besondern, für die Bewegung im Wasser berechneten Typus gebaut sind, läßt das Skelet der oberen Klassen mehr oder minder deutlich eine Trennung in Kopf, Hals, Brust, Bauch, Becken, Schwanz erkennen. Mehr noch bei den Fischen, als bei den Amphibien und Reptilien bleiben Kopf- u. Rumpfskelet zu einander horizontal; in den Vögeln und Säugethieren tritt in geringerem oder höherem Grade Erhebung des Kopfes über den Rumpf, bei den Affen Erhebung des Rumpfes selbst ein, beim Menschen allein aber völlige Aufrichtung der Gestalt. Bei aller Abweichung im Einzelnen lassen die Glieder der auf die Fische folgenden Klassen doch einen gemeinschaftlichen Typus nicht verkennen; völlig verkümmert sind sie bei den Schlangen, die fast ganz zur Wirbelsäule geworden sind, ungemein entwickelt bei den froschartigen Amphibien, wo die Wirbel auf eine ganz kleine Zahl zusammenschwinden; die Saurier stimmen im Glied- und überhaupt im Skeletbau am meisten mit den Säugethieren überein, während die Schildkröten sich durch einen ganz besondern, aus Theilen des Nervenskelets und Horn- oder Lederplatten des Hautskelets gebildeten Panzer auszeichnen. Höchst eigenthümlich gestaltet sich das Vogelskelet durch den kleinen Kopf mit nackten, den Schnabel bildenden Kiefern, den langen Hals, das große Brustbein, die verkümmerten Hände der zum Fluge bestimmten Vorderglieder, die schmalen Beckenknochen und beschuppten Füße.



Vogelskelet zur Seitenansicht des Brustkorbs.

483. Das Skelet der Säugethiere zeigt in manchen Abtheilungen der Klasse eine Hinneigung zum Typus der tieferen Klassen, sey es in der allge-

Digitized by Google

meinen Form oder in der Bildung einzelner Theile. Alle Säugethiere haben gleich den Menschen sieben Halswirbel; die mit freierer Bewegung der Vorderglieder (Nager, Vierhänder) besitzen Schlüsselbeine; die meiste Verschiedenheit tritt in der Bildung der Extremitäten hervor, deren Zehen bald entwickelt und frei, bald verkümmert, von der allgemeinen Haut oder Hufen umschlossen, zu Flossen verwachsen, durch Schwimm- oder Flughäute verbunden sind. Die Zähne, in den früheren Klassen oft nur Hautentwicklung oder den Kiefern bloß angewachsen, sind hier in sie eingekeilt; die Schädelwirbel treten in ein günstigeres Verhältniß zu den Gesichtswirbeln und Schädelgliedern (Kiefern); es ist nur noch der Unterkiefer beweglich, nicht mehr, wie in den vorigen Klassen auch der obere. Beim Menschen tritt ein vollkommenes Uebergewicht der Schädelknochen ein, und die Beckenknochen sind breiter als bei irgend einem Säugethiere um die bei der aufrechten Stellung größere Last der Eingeweide wirksamer zu stützen.

484. Acht Schädelknochen und vierzehn Gesichtsknochen bilden den Kopf des Menschen; erstere sind Stirnbein, Siebbein, zwei Schläfenbeine, zwei Scheitelbeine, Hinterhauptbein, Keilbein; letztere zwei Oberkieferknochen, ein Paar Nasenbeine, Thränenbeine, Jochbeine, Gaumenbeine, untere Nasenmuscheln, ein Pflugschaarbein und der Unterkiefer. Der Zähne sind 32, 16 in jedem Kiefer; zu hinterst auf jeder Seite 5 Backenzähne, dann 1 Eckzahn, vorn 2 Schneidezähne. Der erste Halswirbel heißt Atlas; in dessen zwei Gruben greifen die zwei Gelenkknöpfe des Hinterhauptbeines ein, so daß hier nur eine Bewegung des Kopfes nach vorn nd hinten möglich ist; die drehende erfolgt mit dem Atlas zugleich am sogen. Zahnfortsatze des zweiten, Epistropheus genannten Halswirbels. Auf die 7 Halswirbel folgen 12 Brust-, 5 Lenden- und 4 nach vorne gekrümmte Steißbeinwirbel; die Wirbel artikuliren miteinander und sind durch Bänder verbunden. Der obere Knochengürtel, aus 2 Schulterblättern und 2 Schlüsselbeinen gebildet, nimmt auf jeder Seite in einer Gelenkgrube des Schulterblatts eine obere Extremität auf; bestehend aus einem Oberarm-

Schädel nes Menschen.

Backenzähne. Eckzahn. Vorderzähne.

Digitized by Google

Das menschliche Skelet.
a Scheitelbein; *b* Schläfenbein; *c* Schlüsselbein; *d* Darmbein; *e* Kniescheibe; *f* Tarsus; *g* Metatarsus; *h* Phalangen; *i* Stirnbein; *k* Augenhöhle; *l* Unterkiefer; *m* Halswirbel; *n* Schulterblatt; *o* Humerus; *p* Rückenwirbel; *q* Darmbein; *r* Ulna; *s* Radius; *t* Carpus; *u* Metacarpus; *v* Phalangen; *w* Femur; *x* Tibia; *y* Fibula.

knochen; 2 Unterarmknochen, (Ellenbogenbein und Speiche) 8 Handwurzel-, 5 Mittelhandknochen und den Fingern, von welchen die Daumen 2, die übrigen 3 Glieder enthalten. Der Rippen sind 12 Paare; die 7 oberen (sogen. wahre Rippen) bilden mit den entsprechenden Rückenwirbeln u. dem Brustbein den Brustkorb; die 5 unteren Paare (sogen. falsche Rippen) endigen frei im Fleische. Den untern Knochengürtel, das Becken, bilden die ungenannten Beine (im Kinde aus den Darmbeinen, Sitz- und Schambeinen bestehend, welche später verwachsen), das Kreuz- und Steißbein; das ungenannte Bein jeder Seite nimmt in einer Gelenkgrube den Kopf des Oberschenkelknochens auf; außer diesen gehören zum Unterglied die Kniescheibe, 2 Unterschenkelknochen (Schien- und Wadenbein), 7 Fußwurzel-, 5 Mittelfußknochen und die Zehen, die große aus 2, die übrigen aus 3 Gliedern bestehend. Das ganze menschliche Skelet besteht aus 212 Knochen.

485. Im thierischen Körper kommen verschiedene Formen und Organe der Bewegung vor. Abgesehen von der Bewegung der Flüssigkeiten durch Contraktion der Kanäle oder Höhlen, in welchen sie sich befinden, soll hier namentlich der durch schwingende Wimpern oder Muskeln ausgeführ-

Digitized by Google

ten Bewegung gedacht werden. Die Oberfläche der von mir Ciliata (Wimperthierchen) genannten Infusorien, die Schleimhäute der Mollusken, nackten Amphibien, jene in den Athmungs- und Zeugungsorganen anderer Thiere bis zum Menschen hinauf sind mit zahllosen kleinen Wimpern, Flimmercilien, bekleidet, welche unaufhörlich hin und her schwingen, indem sie sich abwechselnd krümmen und strecken; ihre Bewegung hängt, mit Ausnahme der Infusorien, wo sie die Ortsbewegung vermitteln, nicht vom Willen des Thieres ab, und dauert auch noch einige Stunden nach dem Tode fort. Es werden durch sie Flüssigkeiten über die bewimperten Oberflächen getrieben; in den meisten Fällen kennt man aber den Zweck und Grund dieser sonderbaren Bewegung nicht.

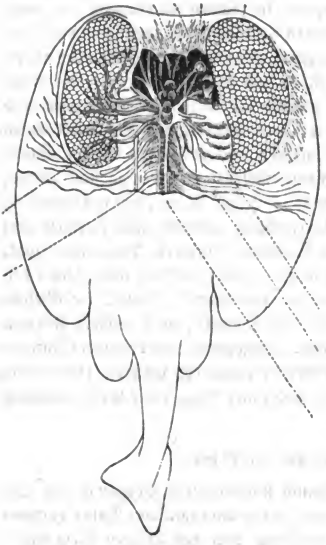
486. Die Muskeln bestehen aus Fasern, welche Längen- oder Kreisfasern, glatt oder quergestreift, in den niederen Thierklassen meist weiß, in den höheren, besonders denen mit warmem rothem Blut, röthlich sind und desto energischer wirken, je kräftiger ein Thier athmet, weßhalb die Bewegkraft der Insekten und Vögel so bedeutend ist. Die aus den Faserbündeln gebildeten, an ihren Enden mit Sehnen versehenen Muskeln sind gewöhnlich in Lagen angeordnet, sehr dünne an Gefäßen und Darm, unvergleichbar stärker unter der Haut, wo sie als Fleisch dem Skelet sich anschmiegend und die Körperform mit bestimmend, Glieder- und Ortsbewegung bewirken. Allgemeine Gesetze sind, daß die Muskeln relativ um so stärker sind, je kräftigere Bewegungen durch sie ausgeführt werden sollen (daher die Stärke der Schließmuskeln der Muschelschalen, Kaumuskeln bei Raubthieren, Flugmuskeln der Vögel, Schwanzmuskeln der Walthiere ꝛc.), ferner daß die Zahl der Muskeln mit der Zahl der Skelettheile im Verhältniß steht, — daher die reiche Muskulatur der Insekten, Krebse, Kopfthiere. — Bei den Klassen unter den Stachelhäutern kommt es höchstens zu einzelnen Fasern oder Faserbündeln, die Substanz selbst hat hier das Vermögen der Contraktion, wie bei den Rhizopoden, Polypen, Quallen; von den Stachelhäutern an sind wohl immer Muskeln vorhanden.

487. Bei den Fischen sind besonders die Muskellagen an den Körperseiten entwickelt, weil Bewegungen vorzüglich durch Krümmung und Streckung der Wirbelsäule erfolgen, bei Schlangen aus ähnlichem Grunde die Rippenmuskeln, bei Fröschen, Wasservögeln die das Schwimmen vermittelnden Muskeln der Hinterschenkel. Das rötheste und dichteste Muskelfleisch besitzen die Vögel, bei welchen Hals-, Flügel- und Schwanzmuskeln besonders ausgebildet sind. Die Muskulatur der Säugethiere nähert sich bald niedrigeren Typen, bald mehr dem menschlichen; charakteristisch ist für sie das Zwerchfell, ein querer, Brust- und Bauchhöhle trennender Muskel, welcher durch Senken und Heben die Brusthöhle verengert und erweitert. Die mehreren Hunderte von Muskeln, welche in übereinander geschichteten Lagen das Skelet des Menschen bekleiden, sind symmetrisch und antagonistisch angeordnet, so daß während die Streckmuskeln ruhen, die Beugemuskeln in Thätigkeit sind und umgekehrt.

488. Anomale Organe, in so ferne sie nur gewissen Thieren zukommen, sind die elektrischen und Leuchtorgane. Elektrizität wird zwar in allen Thierkörpern schon durch Friktion, Chemismus und Berührung ungleichartiger

Digitized by Google

Substanzen erzeugt,*) aber gewisse elektrische Fische besitzen Apparate, den sogen. Trogapparaten vergleichbar (s. §. 68), von zelligem Bau, zu beiden Seiten des Kopfes, der Kiemen oder des Rückens liegend, zu welchen starke Nerven gehen. Die elektrischen Fische sind Raubthiere, sämmtlich glatt, schuppenlos oder von sehr kleinen, verborgenen Schuppen bedeckt und gehören zur Familie der Aale (Zitteraal, Gymnotus electricus), Welse (Malapterurus electricus) und Rochen (mehrere Torpedo und Narcine). Die elektrischen Schläge können willkürlich ertheilt werden und sind bei starken Zitterfischen so kräftig, daß sie Menschen und große Thiere zu Boden werfen, ja zu tödten vermögen. — Lichtentwicklung kommt bei Seethieren (Infusorien, Räderthierchen, Polypen, Quallen, Ringelwürmern, Mollusken, Krebsen) und bei Landthieren (Leuchtkäfern, Schnellkäfern, Leuchtzirpen, Skolopendern) vor, scheint in Beziehung zum Geschlechtssystem zu stehen, steigt und fällt mit der Lebensenergie. Bei einigen dieser Thiere ist es die Leber, welche leuchtet (Salpa, Pyrosoma), bei anderen sind es die Ovarien oder eine die Ovarien und Hoden umgebende körnige Masse, bei manchen (Elateriden) liegt die leuchtende Substanz an der Brust.



Elektrische Organe im Zitterrochen.

489. Die allgemeine Körperform der Thiere richtet sich in erster Instanz nach gewissen Typen, von denen die Gestalt des Nervensystems selbst wieder eine der ersten Bestimmungen ist, welches seinerseits wieder das Skelet bestimmt, dessen Construktion wieder die Lagerung der Weichtheile bedingt. So entstehen regelmäßige und unregelmäßige Thierformen; die regelmäßigen können wieder strahlenförmig, mit Beziehung der Strahlen auf einen Mittelpunkt seyn (Polypen, Stachelhäuter, Quallen), oder eine vorherrschende Längenaxe haben, an deren Seiten die Systeme und Organe geordnet sind, so daß eine Längslinie den ganzen Körper in zwei symmetrische Hälften trennt: bilateraler Typus (Insekten, Krebse, Arachniden, Wirbelthiere). Unregelmäßig gestaltet sind viele Infusorien, Rhizopoden und Mollusken. Beim bilateralen Typus ist der

*) Construirte ja Matteucci aus lebenden Tauben und Fröschen, deren von Haut entblößte Schenkelmuskeln in Berührung erhalten wurden, schwache galvanische Säulen.

Digitized by Google

Gegensatz von vornen und hinten, oben und unten, links und rechts, welcher beim unregelmäßigen und noch mehr beim strahlenförmigen mehr oder minder aufgehoben ist, meist scharf ausgeprägt. Kugelige und cylindrische Thiergestalten sind sowohl mit der regulären als irregulären Grundform vereinbar.

490. Der Körpergröße nach nehmen die Wirbelthiere, unter ihnen wieder die Säugethiere, und zwar in erster Linie die Cetaceen den Vorrang ein; von Wal- und Pottfischen erreichen einzelne Individuen ein Gewicht von wohl 2000 Centnern bei 90 Fuß Länge. Unter den Landsäugethieren gehören die größten den Dickhäutern (Elephant, Rhinozeros, Nilpferd) und Wiederkäuern an (Giraffe, Riesenbüffel). Die größten Fische sind Rochen und Haye, die größten Vögel Strauße und Kasuare, die größten Reptilien Riesenschlangen und Krokodile. In allen Wirbelthierklassen finden sich Formen von kaum einem Zoll Länge, wie die Zwergspitzmaus, manche Kolibri's, Frösche, die Stichlinge. Die größten Insekten und Spinnen erreichen nur wenige Zoll Länge; unter den Krebsen findet man solche von $1\frac{1}{2}$—2 Fuß Länge, wie den Hummer, die Langouste, den molukkischen Krebs; eigentlich mikroskopische Formen gibt es unter den Gliederthieren, Mollusken, Quallen, Würmern, Polypen ꝛc. nicht, indem auch die kleinsten eben noch dem freien Auge sichtbar sind. Unter den Mollusken erreichen manche Acephalen die bedeutendste Größe; die Riesenmuschel drei Fuß Länge und mehrere Centner Schwere; noch größere Formen sollen unter den Cephalopoden vorkommen. Rhizopoden und besonders Infusorien sind wesentlich mikroskopische Geschöpfe; einige der letzteren (Bacterium Termo, Acariaeum crepusculum) gehen noch unter $\frac{1}{3000}$ Linie herab, während die größten kaum eine Linie erreichen.

c) Lebenserscheinungen der Thiere.

491. Die im thierischen Organismus stattfindenden Vorgänge und Erscheinungen sind theils solche, welche schon in der unorganischen Natur vorkommen, theils auch bei den Pflanzen beobachtete oder den Thieren allein eigenthümliche. Die Thierkörper gehorchen den Gesetzen der Schwere, Mechanik, Statik und Hydraulik; ihre Theile sind in sehr verschiedenem Grade elastisch; ihre kleinsten Elemente folgen der Atomen-, Molekular- und chemischen Anziehung. Die Haarröhrchenthätigkeit (Kapillarität) spielt im Thierkörper eine große Rolle; durch sie und die Porosität wird es möglich, daß die Substanzen von Flüssigkeiten durchdrungen werden, sich damit tränken (Imbibition), so daß sie durch dieselben nur weich, nicht naß werden. Der Vorgang der Enos- und Exosmose, bei welchem Flüssigkeiten in organische geschlossene Blasen, durch Membranen hindurch dringen, unter der Bedingung, daß die dieß- und jenseitige Flüssigkeit verschiedene Beschaffenheit, namentlich auch ungleiche Dichtigkeit haben, beruht auf Kapillarität und Imbibition. Durch Enos- und Exosmose kann man eine Menge früher unbegreiflicher Vorgänge erklären, wie z. B. daß das Blut durch die geschlossenen Gefäßwände hindurch die Organe ernähren, daß es in den Kapillargefäßen der Lunge mit der Luft Stoffe tauschen, daß der Milchsaft aus dem Darme in die geschlossenen Chylusgefäße dringen kann ꝛc.

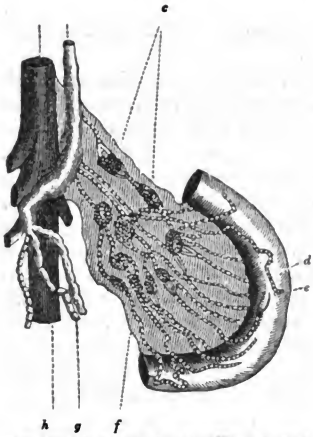
Digitized by Google

Die Thiere stehen mehr oder minder unter dem Einfluß von Licht und Wärme, sie selbst erzeugen vermöge des Athmungsprozesses und Stoffwechsels einen höhern oder geringern Grad von Wärme.

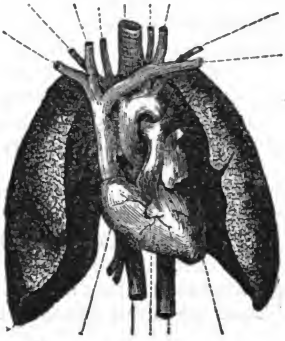
492. Alle Thiere können nur bestehen, indem sie von außen Stoffe aufnehmen, diese in ihre eigene Substanz verwandeln, assimiliren und so den durch die vielfachen Ausscheidungen entstehenden Verlust ersetzen. Die Nahrungsmittel, aus beiden organischen Reichen genommen, sind so mannigfach, als diese selbst, und bestehen hauptsächlich aus Gallerte, Eiweiß, Faserstoff, Fett, Oel, Käsestoff, Zucker, Schleim, Kleber, Stärkmehl. Was nähren soll, muß auflöslich und in Eiweiß, den thierischen Urstoff, reducirbar seyn. Die Vollkommenheit aller organischen Prozesse, hiemit auch des Verdauungsprozesses, steht in direktem Verhältniß zur Vollkommenheit der Apparate und gliedert sich in um so zahlreichere Akte, je reicher jene gestaltet sind. Bei Menschen und den höheren Thieren, wo der Verdauungsprozeß allein bekannt ist, unterscheidet man leicht mechanische und chemische Momente; die Nahrung wird durch die Mundbewaffnung zerkleinert und erfährt bereits durch den aus Wasser und Salzen bestehenden Speichel auflösende und leicht zersetzende Einwirkung, ungleich bedeutendere aber durch den Magensaft, wodurch sie in eine homogene Masse, den Speisebrei, chymus, verwandelt wird. Bei manchen Thieren wird der Chemismus des Magens durch mechanische Mittel unterstützt, oder es wird in Kropf und Vormagen der Magenverdauung vorgearbeitet; bei den Wiederkäuern findet sich ein System von vier Mägen, durch welche jene gewaltigen Massen vegetabilischer Substanzen verarbeitet werden und jene reichliche Chylusbildung möglich wird, welche die kopiose Milcherzeugung dieser Thiere und die Bildung von so viel Eiweiß, Faserstoff, Fett möglich macht.

493. Schon im Magen saugen Venen und Saugadern viel Milchsaft, chylus, aus dem Speisebrei ein, vollständiger geschieht dieses noch im Dünndarm, dem Hauptsitze der Verdauung, wo Hunderttausende von Darmzotten in den Speisebrei hineinragen, wie die Wurzelschwämmchen eines Baumes in die Erde, um aus ihm den Chylus aufzusaugen. Der mit dem Darmsaft, dem Absonderungsprodukt des Pankreas und der Galle gemischte Speisebrei wird allmälig gelb, bitter, seiner Säure beraubt, oft alkalisch; die Galle erleidet hiebei eine Zersetzung; ihr Gallenstoff verbindet sich mit der Säure des Speisebreies zu Gallenharz, welches mit den ausgesaugten Ueberresten der Nahrung ausgeleert wird; Gallenzucker und Osmazom gehen in den Chylus ein, von welchen auch noch im Dickdarm eine geringe Quantität aufgesaugt wird. Indem sich die unzähligen Chylusgefäße in Stämmchen und größere Stämme verbinden und mit ihrem Chylus sich die Lymphe zahlreicher Lymphdrüsen vermischt, gelangt die vereinigte Masse von Chylus und Lymphe durch den von dem Unterleibe in die Brusthöhle aufsteigenden Milchbrustgang, ductus thoracicus, in die Venenblutmasse, wo die Lymph- und Chyluskörperchen zuerst in weiße, dann in rothe Blutkörperchen verwandelt werden. — Bei Thieren einfacher Organisation verhält sich die innere Seite der Körperwand selbst verdauend, oder es

Digitized by Google



Lymphgefäße aus Drüsen im Mesenterium.
a Aorta; *b* ductus thoracicus; *c* Drüsen der Chylusgefäße; *d* Chylusgefäße, aus der Darmwand hervortretend; *e* Darm; *f* Mesenterium; *g* Lymphgefäße.



Herz und Lunge des Menschen.

tränken sich bei mangelndem Gefäßsystem die Organe durch die Darmwände hindurch unmittelbar mit dem Nahrungssaft.

494. Im Athmungsorgan wird das mit dem Chylus vermischte Blut der von den Weltkräften durchdrungenen und erregten Luft ausgesetzt, welche jene Veränderungen im Blute bewirkt, ohne die die belebende Wirkung desselben unmöglich ist. Mögen die Organe und die Form des Athmens noch so verschieden seyn, —das Wesentliche hiebei bleibt stets Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlen- und Wasserdunst. Während die eingeathmete Luft dem Gewichte nach 23 Prozent Sauerstoff (bei 77 Stickstoff) enthält, finden sich in der ausgeathmeten nur etwas über 17 Prozent Sauerstoff, dafür 6½ Prozent Kohlensäure, während das Verhältniß des Stickstoffs sich wenig ändert. Der verschwundene Sauerstoff verband sich nämlich mit der Kohle des Blutes zur ausgeathmeten Kohlensäure, wodurch das in die Lungen gelangte venöse Blut seine schwarzrothe Farbe verlor, wärmer und leichter, mit einem Worte, wieder zu scharlachrothem arteriellem Blute wird. Ein Mensch haucht im Mittel in einer Stunde 44 Grammen Kohlensäure aus, welche 12 Grammen Kohle enthält, so daß in einem Tage 288 Grammen oder 20 Loth Kohle verloren werden, die durch die Nahrung ersetzt werden müssen. Je schwächer der Athmungsprozeß, desto geringer demnach das Nahrungsbedürfniß. Durch Verbindung des Sauerstoffs mit der Kohle wird **Wärme** erzeugt, immer im direkten Verhältniß der Quantität von Kohle und Sauerstoff;

Digitized by Google

je energischer also ein Thier athmet, desto größer seine Blutwärme. Sie beträgt beim Menschen 37° C, bei Vögeln und kleinen Säugethieren 42—43° C.

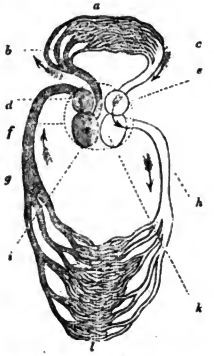
495. Wasserthiere, z. B. Fische, Mollusken, athmen die dem Wasser beigemischte Luft, indem jenes über ihre Kiemen streicht; bei ihnen wie überhaupt bei allen kaltblütigen Thieren hat das Athmen nicht jene Energie und rasche Periodicität, wie bei den warmblütigen. Frösche und Kröten leben im destillirten Wasser oder nach ausgeschnittenen Lungen noch viele Stunden lang;*) bei winterschlafenden Thieren ist das Athmen so gut wie ganz unterdrückt. Bei den Insekten wirkt die Luft durch die Wände der Tracheen hindurch auf die Säftemasse; bei niederen Thieren ohne spezifische Athmungsorgane versieht die Haut deren Funktion und jene (von Purkinje entdeckten) oben erwähnten Wimpern befördern die Erneuerung des Wassers an den athmenden Flächen. Auch die Eier der Thiere athmen, d. h. sie verändern, wenn auch in minderem Grade die Luft wie ausgebildete Thiere, und vermögen daher, von dieser abgeschlossen, sich nicht zu entwickeln. Das Athmen der freien Luft wird vollkommener seyn, als das der dem Wasser beigemengten, der Zweck der Athmung, die Oxydation und Dekarbonisation des Blutes wird um so vollständiger erfüllt werden, je vollkommener das respirirende Organ ist und eine je größere Menge Blut bei jedem Athemzuge durch dasselbe strömt.

496. Die Bewegung des Blutes hat den Zweck, dieses mit den Organen in Wechselwirkung zu bringen. Man unterscheidet beim Menschen und den obersten Klassen: a) großen Kreislauf, Bewegung des Blutes vom Herzen zum Körper und wieder zurück; b) kleinen Kreislauf, Bewegung vom Herzen zum Athmungsorgan und wieder zurück; c) Pfortaderblutlauf, Bewegung eines Theils des Venenblutes, nämlich des in der Pfortader strömenden, durch die Leber, in welcher jenes Gefäß sich wie eine Arterie vertheilt; aus ihrem kohlenreichen Blute wird die Galle bereitet. Im Menschen und den obersten zwei Klassen gehen großer und kleiner Kreislauf also vor sich. Das aus der linken Vorkammer mit jedem Herzschlag ausgetriebene arterielle Blut gelangt in die Hauptarterie des Leibes, Aorta genannt, und durch immer weiter sich vertheilende, aus dieser hervorkommende Aeste und Zweige in die feinsten Gefäße, Haargefäße, Kapillaren, welche durch unzählbare Verästelungen allenthalben in den Organen zahllose Netze bilden. Hier ist es, wo unter stets mehr verlangsamter Bewegung das Blut einen Theil seines Sauerstoffs und seines Eiweißes abgebend, Wasser und Kohle von den umgebenden Theilen eintauschend, venös wird. Aus jenen Kapillarnetzen entspringen allenthalben kleinere, durch Zusammenmündung immer größer werdende Venen, bis zuletzt alle Venen in einen Hauptstamm, die große Hohlvene, Gegenbild der Aorta, ge-

*) Daß verschluckte Amphibien im Magen warmblütiger Thiere und des Menschen sollten fortleben können, wurde neuerlich mit gewichtigen Gründen widersprochen. Manche Räderthierchen, die Wasserbärchen, Anguillula tritici und andere Aelchen können vollständig vertrocknen, Jahrelang in diesem Zustand bleiben und befeuchtet wieder aufleben.

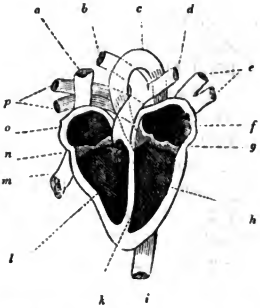
Digitized by Google

sammelt die ganze Venenblutmasse mit dem in dieselbe einströmenden Lympho-Chylus wieder dem Herzen und zwar dessen rechter Vorkammer zuführen, aus welcher es in die rechte Kammer gelangt, um aus dieser stoßweise durch die sogen. Lungenarterien in die Lungen zu strömen, in deren Kapillarnetzen es wieder arteriell wird. Aus den Lungenkapillaren sammeln sich die Zweige und Aeste der Lungenvenen und führen das Blut der linken Vorkammer zu, aus der es in die linke Kammer und von da wieder in die Aorta gelangt. Alle diese Vorgänge erfolgen aber gleichzeitig; im selben Moment ziehen sich die beiden Vorkammern zusammen, im selben darauffolgenden die beiden Kammern; dem an die Herzgegend gelegten Ohr werden diese gewaltsamen Zusammenziehungen der Atrien und Kammern durch einen rauschenden Doppelschall vernehmbar. Klappen und andere Vorrichtungen hindern den Rückfluß des Blutes aus den Kammern in die Vorkammern, aus diesen in Körper- und Lungenvenen;



Circulation in Säugethieren und Vögeln.

a kleiner oder Lungenkreislauf; *b* Lungenarterie; *c* Lungenvenen; *d* rechter Vorhof; *e* linker Vorhof; *f* Herz; *g* Körpervenensystem; *h* Aortensystem; *i* rechte Kammer; *k* linke Kammer; *l* Körper- oder Lungenkreislauf.



Schema eines Säugethierherzens.

a obere Hohlvene; *b* Lungenarterie; *c* Aorta; *d* Lungenarterie; *e* Lungenvenen; *f* linker Vorhof; *g* Oeffnung; *h* linke Kammer; *i* Aorta; *k* Septum der Kammern; *l* rechte Kammer; *m* untere Hohlvene; *n* Oeffnung; *o* rechter Vorhof; *p* Lungenvenen.

der Stoß des Herzens, von den Arterien gleichsam im Echo wiederholt, wirkt auf die sich folgenden Blutsäulen bis jenseits der Kapillaren in das Venensystem. Mit dem letzten Herzschlage, im Tode, entleeren sich die Arterien und die ganze Blutmasse häuft sich in den Venen an.

497. Je energischer und periodisch rascher das Athmen der Thiere, desto rascher der Wechsel von Kontraktionen und Expansionen des Herzens. Die Zahl dieser nimmt mit dem Alter ab (beim Neugebornen wohl 120 in der Minute, beträgt sie im mittlern Alter 75—70, beim Greis 65—50); mit der Erhebung über die Meeresfläche steigt sie. — Die Modifikationen in der Blutbewegung sind durch die Bildung des hiefür bestimmten Apparates bedingt. Bei den

Digitized by Google

Fischen z. B., wo nur ein venöses Herz vorhanden ist, kann das in den Kiemen oxydirte Blut nicht mehr zum Herzen zurückkehren, da dessen linke, arterielle Hälfte fehlt, sondern die Kiemenvenen vereinigen sich zu einem Aortenstamm, aus dem die Arterien hervorgehen. Bei manchen Amphibien sind zwar zwei Atrien (Vorkammern) vorhanden, aber nur eine Kammer, in welcher daher venöses und arterielles Blut sich vermischen. Das Herz der Insekten weicht ganz von dem der höheren Thiere ab, ist gleichsam nur ein Organ, die Säftemasse vor Stagnation zu bewahren, eine Art Saugspritze; es schwimmt gleichsam in der Masse des Blutes, nimmt dieses bei der Expansion durch Seitenöffnungen auf und treibt es bei der Kontraktion, wobei jene Oeffnungen sich schließen, durch einen kürzern vordern Gefäßstamm wieder in die Körperhöhle aus. Die schwingenden kleinen Körperchen im Leibe der Räderthierchen, früher für Kiemen gehalten, scheinen bestimmt, durch ihr unaufhörliches Zittern die Säftemasse in Bewegung zu erhalten. — *Ursache* der Blutbewegung ist der polare Gegensatz zwischen Körper und Luft, zwischen Wasser- und Sauerstoff, körperlichem und atmosphärischem Kapillarsystem, und das Herz, wo es vorhanden ist, erscheint nur als mächtiges Beförderungsmittel der Blutbewegung, ihr Energie und Rhythmus gebend. Auch im Lymphgefäßsystem vieler Kopfthiere finden sich kontraktile Centralzellen, sogen. *Lymphherzen*.

498. *Ernährung* und *Absonderung* wird durch den Blutkreislauf ermöglicht. Eiweißstoff und andere Substanzen treten durch die Wände der Kapillaren hindurch und verbinden sich zunächst mit dem alle Organe tränkenden Bildungssaft, aus welchem neue Elementartheile entstehen. So wird der Verlust ersetzt, den die Organe durch Aussaugung der Lymphgefäße und Venenursprünge erleiden. Die Absonderungsorgane hängen auf einer Seite mit Blutgefäßen zusammen, auf der andern setzt sich das Absonderungsprodukt, *Sekretum* ab. Die einfachsten Absonderungsorgane sind Hautflächen, welche aber fast nur Kohlenstoff, Wasser, Epithelien und erstarrende Oberhautgebilde (Haare, Nägel, Federn ꝛc.) absondern, viel zusammengesetzter sind die *Drüsen*, aus verzweigten, blind geendigten Schleimhautröhren und Bläschen bestehend, die an ihrer Außenfläche von Kapillaren umsponnen werden, mit Nervenästen, Blut- und Lymphgefäßen zu einer Masse verbunden. Aus ihnen gehen die komplizirteren Absonderungsprodukte hervor; diese sind nicht etwa im Blute schon vorhanden, so daß sie bloß ausgezogen würden, sondern sie sind wahre Produkte der Drüsen, durch deren organische Thätigkeit aus den Elementen des Blutes konstruirt.

499. Jedes Absonderungsorgan zieht die Elemente des Blutes in bestimmten, nicht bloß aus seinem Bau, sondern seiner innersten Natur resultirenden Verhältnissen an und kombinirt sie seiner bestimmten Anlage gemäß zu diesen und jenen Produkten: Speichel, Milch, Samen, Galle, Harn ꝛc. An allen Millionen Punkten des höhern thierischen Organismus findet unaufhörlicher Stoffwechsel statt, Binden und Lösen, Fest- und Flüssigwerden, Anziehen und Abstoßen, und so erhält sich das Leben in beständiger Erneuerung und Leib und Blut bei unaufhörlicher Veränderung doch in ihrer bestimmten

Digitized by Google

Beschaffenheit. Bei den niedrigsten Thieren ist der aus der Nahrung gewonnene Chylus zugleich das Blut, welches die Organe tränkt und nährt.

500. Das im Nervensystem wirksame Prinzip ist uns nur nach seinen Wirkungen bekannt, und hat in seiner Fortpflanzungsart Aehnlichkeit mit den Dynamiden der unorganischen Natur, namentlich mit Elektrizität und Magnetismus. Es wird wahrscheinlich nur in den Ganglienzellen (Belegungsmasse) der Centralorgane, vorzugsweise des Gehirns erzeugt und schwingt in den Bewegungsnerven gegen die Peripherie, in den Sinnes- und Empfindungsnerven gegen das Centrum; Nerven, von den Centralorganen getrennt, verlieren bald Reizbarkeit und Leitungsvermögen. Auch für die Verrichtungen des vegetativen Nervensystems sind die Centralorgane nothwendig; nämlich obschon jenes sein eigenes Gebiet hat, können doch Cerebral- und sympathisches System nur kurze Zeit unabhängig von einander funktioniren. Fühlen, Erkennen und Wollen ist nur im Gehirne möglich; dort kommen alle Eindrücke auf die Empfindungsnerven zum Bewußtseyn, es ist das sensorium commune; den Millionen Punkten der Peripherie entsprechen Millionen Punkte im Gehirn, so daß die Seele jeden Punkt der Peripherie, welcher einen Eindruck erfahren hat, weiß und auf jeden Punkt auch wirken kann.

501. Die körperlichen Zustände reflektiren sich in einem Gemeingefühl, erzeugen, wenn normal, heitere, behagliche Stimmung, wenn gestört, trübe, düstere, was sich äußerlich wieder in Blick, Haltung, Bewegung kund gibt. Die großen Halbkugeln dienen dem Vorstellen, Erkennen und Einbilden, was unaufhörlich, nur vom tiefen Schlafe unterbrochen, fortdauert. Die Vierhügel (nebst den Sehhügeln auch Centralapparat des Sehsinns) gehören dem Gemüthsleben und Gemeingefühl an, das kleine Gehirn dem Wollen und Geschlechtstrieb; letzteres verbindet und koordinirt zugleich die unaufhörlich wirkenden Bewegungskräfte zu bestimmten Zwecken. Das Leben des Gehirns ist zunächst vom Blute abhängig; bei Hemmung des Blutlaufes nach dem Gehirn (es empfängt das Arterienblut vom Herzen auf dem kürzesten Wege) oder großen Blutverlusten schwindet dieses Leben, das Bewußtseyn erlischt; bei Ueberfüllung mit Blut (durch Congestion, geistige Getränke) schwillt der Strom der Vorstellungen ungestüm an und überfluthet gleichsam seine Ufer; narkotische Mittel haben ähnliche, noch stärker betäubende Wirkung.

502. Das verlängerte Mark ist der Durchgangspunkt für Empfindungs- und Bewegungsimpulse und Quelle der Athmungsbewegung; das Rückenmark wirkt durch seine Nerven auf Rumpf und Glieder und besitzt (vermöge seiner Belegungsmasse) neben der erregenden und reflektirenden Kraft des Gehirns auch (durch seine Fasern) die leitende Kraft der Nerven. Die reflektirende Kraft besteht aber darin, daß Hirn und Rückenmark auf erhaltene Eindrücke entsprechende, jedoch bewußtlose und unfreiwillige Bewegungen in entfernten Theilen veranlassen können; wenn Jemanden plötzlich ein spitziger Körper gegen das Auge fährt, oder er zu Boden stürzt, so wird in beiden Fällen die Hand vorgehalten, indem im Gehirn ohne Zuthun des bewußten Willens augenblicklich von den empfindenden Centralfasern auf die bewegenden er Hand

Digitized by Google

eine Uebertragung stattfindet, welche die entsprechende Bewegung hervorruft, ein Vorgang, der Reflexion heißt. Bewegungen Geköpfter, Gliederzuckungen bei Schmerzen im Darm ꝛc. werden durch die reflektirende Kraft des Rückenmarks erzeugt.

503. Die Fasern der Hirn- und Rückenmarksnerven sind motorische, wenn sie Bewegungen in den Theilen hervorrufen, oder sensible, wenn Empfindungen im Gehirn. Manche Nerven bestehen nur aus einer Art von Fasern, gemischte Nerven vereinigen beiderlei. Die motorischen Fasern leiten nur centrifugal, d. h. der Willenseinfluß, welcher im Gehirn seine Stätte hat, erregt den gegen die Peripherie gerichteten Wellenschlag des Nervenprinzips, bestimmt hiedurch die Muskelfasern zur Zusammenziehung und veranlaßt hiemit Bewegung; die sensiblen leiten centripetal, von der Außenwelt kommende Einflüsse erregen den gegen das Sensorium ziehenden Wellenschlag und veranlassen dort zum Bewußtseyn kommende Empfindung. Die Fasern der vier übrigen Sinnesnerven haben nur für bestimmte Reize Empfindung, die Fasern der Gefühlsnerven für mehrere und allgemeinere Reize (Temperatur, Elektrizität, Oberfläche, Gestalt der Körper ꝛc.). Je zahlreicher die Empfindungsfasern in einem Theile, desto feiner sein Gefühl; am feinsten an der Spitze der Zunge, der Finger, weniger fein am Handrücken, Oberarm, am wenigsten am Oberschenkel, Rücken. Nimmt man einen Zirkel, so wird man an feinempfindenden Stellen dessen beide Spitzen sehr nahe aneinander rücken und sie doch beim Aufsetzen auf solche Stellen als zwei empfinden können, an weniger empfindlichen Stellen wird man die beiden Spitzen etwas auseinander rücken müssen, wenn nicht deren doppelter Eindruck in einen einfachen zusammenfließen soll. Reizt man einen Stamm von Empfindungsfasern, so empfinden dieses alle Theile, welche von ihm Zweige erhalten; ein durchschnittener und gereizter Nervenstamm hat oft noch die Empfindungen der von ihm ganz getrennten oder vermöge der Durchschneidung gelähmten Stellen; daher glauben Amputirte bisweilen noch die vor Jahren abgeschnittenen Glieder zu besitzen und darin Schmerzen zu empfinden; die Peripherie ist nämlich auch im Centrum repräsentirt und dieses wird im angegebenen Falle mit der Peripherie subjektiv verwechselt.

504. Das sympathische oder vegetative Nervensystem, die nervi sympathici mit ihren Ganglien und Verzweigungen, wird von den meisten Physiologen für ein vom Cerebrospinalsystem unabhängiges System gehalten, welches seine eigenen, mit spezifischen Kräften begabten, Blutlauf, Ernährung, Absonderung ꝛc. vermittelnden Fasern besitze, die sich sogar mikroskopisch von anderen Fasern unterscheiden lassen sollen und ebenfalls centrifugales und centripetales Leitungsvermögen haben. Die Empfindung durch dieses System ist schwach und dunkel; wenn ein Eingeweide leidet, so kann weder die Stelle immer genau angegeben noch die Art des Leidens näher erkannt werden. Aber auch dieses schwache Gefühl und Erkennen beruht höchst wahrscheinlich nicht einmal im sympathischen System, sondern in den mit ihm sich verbindenden Fasern von Cerebrospinalnerven. Der Wille vermag nur wenig und mehr indirekt auf

Digitized by Google

dieſes Syſtem einzuwirken, darum geht das Bildungsleben, die Baſis, auf welcher das Bewußte ruht, unabhängig von unſeren Wünſchen ſeinen Gang; vermöchten wir hier einzugreifen, ſo wäre unſere Herrſchaft über Leben und Tod des Leibes ungemein erweitert. Die automatiſchen und rhythmiſchen Bewegungen mancher vom ſympathiſchen Syſtem verſehenen Theile erinnert an die kosmiſchen, elementaren und manche Pflanzenbewegungen.

505. In den niedrigeren Thieren gewinnen die Nerven und das ſympathiſche Syſtem das Uebergewicht über das Gehirnleben; das Gehirn erſcheint nicht mehr als das alle Strahlen vereinende Centrum; deßhalb können z. B. Schildkröten nach ausgeſchnittenem Gehirn noch Monate lang umherkriechen, Schnecken den abgeſchnittenen Kopf wieder erzeugen. In manchen Würmern wird jedes Körperſegment mit einem Nervenknoten zu einem faſt unabhängigen Lebenscentrum; daher können ſie ſich durch Längstheilung fortpflanzen, und zerſchnittene Stücke, bei den Seeſternen einzelne ausgeſchnittene Strahlen, werden wieder zu Ganzen. Bei manchen nervenloſen Thieren, z. B. Armpolypen, kann faſt aus jedem Stückchen Subſtanz ein ganzer Polyp erwachſen, weil jedes wie das andere iſt, während in den höheren Thieren das Leben zunächſt in den Centralorganen des animalen und vegetativen Lebens: Hirn, Herz und Magen beruht, etwa wie centraliſirte Staaten mit ihrer Hauptſtadt ſtehen oder fallen. — Der raſche Wechſel von Wachen und Schlaf kommt nur bei Thieren der oberſten Abtheilung vor und beruht in einer eigenthümlichen Periodicität des animalen Nervenſyſtems; im Schlaf kehrt das Thier gleichſam temporär zu ſeinem Embryonalzuſtand zurück und ſchöpft aus demſelben neue Kraft. Der Winterſchlaf des Igels, Bären, Dachſes (nach aller Wahrſcheinlichkeit auch der Schwalben), der Amphibien, Mollusken, Inſekten, und der Sommerſchlaf beſonders in warmen Gegenden beruht auf dem Reizverhältniß ſolcher Thiere zu einer gewiſſen Temperatur; der Sommerſchlaf iſt vielleicht auch durch Trockenheit mit bedingt. — Träume hat man nur bei Vögeln und Säugethieren beobachtet.

506. Die Sinne unterrichten uns zunächſt von unſerem eigenen Empfinden, unſeren eigenen Zuſtänden, indirekt auch von den Eigenſchaften und Veränderungen der Außenwelt, inſoferne dieſelbe Veränderungen in unſern Sinnesnerven veranlaßt. Wir empfinden nicht die Gegenſtände ſelbſt im Auge, ſondern das Bild, welches die Enden der von ihnen kommenden Strahlen in dieſem erzeugen, wir hören nicht die tönenden Körper ſelbſt, ſondern empfinden nur die Schwingungen, welche ſie in unſeren Hörnerven veranlaſſen, wir fühlen nicht die Kälte, Rauhigkeit u. ſ. w. der Körper, ſondern nur die Zuſtände, welche ſie in unſeren Gefühlsnerven hervorrufen. Wir empfinden mit einem Worte zunächſt nur uns ſelbſt, können daher ohne alle äußeren Gegenſtände das Gefühl von Wärme, Kälte, Schmerz haben, können Gerüche riechen, Töne hören und Geſtalten ſehen, denen kein äußerer Gegenſtand entſpricht: durch die Energieen (nach Ariſtoteles' Ausdruck) unſerer Sinnesnerven ſelbſt. Die eigenthümliche Energie des Hörnerven iſt Tonempfindung, des Sehnerven Licht- und Farben-, des Riechnerven Geruchsempfindung ꝛc. Auch die Centraltheile

Digitized by Google

der Sinnesnerven im Gehirn für sich haben diese Energieen, sind dieser bestimmten Empfindungen fähig; daher glauben Kranke, denen Augen exstirpirt wurden, vor diesen noch Lichter und Farben zu sehen; unsere subjektiven Sinneswahrnehmungen im Traume, die Gestalten, die wir da zu sehen, die Musik, die wir zu hören glauben, sind Produkte der im Gehirne liegenden Centraltheile der Sinnesnerven.

507. Wenn aber auch im Sensorium zunächst nur die Zustände der Sinnesnerven empfunden werden, so zeigen sie doch bei ihrer Veränderung durch äußere Ursachen auch Veränderungen und Zustände der Außenwelt an, erstens, weil die Sinnesnerven die Eigenschaften anderer Körper theilen, im Raume ausgedehnt, der Mittheilung von Schwingungen fähig, chemisch, thermisch und elektrisch veränderbar sind. Die zitternde oder schwingende Bewegung der wägbaren Materie nehmen am deutlichsten wahr der Gefühl- und Gehörsinn; bei gehöriger Stärke werden noch Töne vernommen, welche 48,000 Schwingungen in der Sekunde entsprechen und nach sinnreichen Versuchen unterscheidet das Ohr noch $^1/_{12000}$ Sekunde. Der Sehnerv nimmt die noch viel rascheren Aetherschwingungen wahr, die wir Licht nennen. Zweitens besteht zwischen Körpern und Sinnen, zwischen Welt und Organismus eine natürliche Harmonie, denn der Organismus ist nicht ein zufällig in die Welt Gekommenes, sondern hat sich nach gleichen Gesetzen, wie sie selbst, in und mit ihr entwickelt; Welt und Sinne gehören zusammen, wie Lungen und Sauerstoff, wie Magen und Nahrung, Alles ist durch unzählige Beziehungen miteinander verbunden. Darum darf das gesunde Urtheil den gesunden Sinnen und der ewigen Wahrhaftigkeit der Natur vertrauen.

508. Die Sinnesvorstellungen werden in frühester Zeit vorbereitet, am ersten die des Gefühls. Beim Menschen erhält vielleicht schon die Frucht in der letzten Zeit des Fruchtlebens Vorstellungen von dem Unterschied ihrer Glieder und des sie umschließenden Uterus; der Neugeborene erkennt seine eigenen Glieder als empfindend und einander Widerstand leistend, und lernt nach und nach diese Glieder, mit denen er spielt, als ihm gehörige von fremden, ihm gereichten Gegenständen unterscheiden. Lange werden aber Empfindungen und äußere Ursachen miteinander verwechselt, wie wenn z. B. Jemand behauptet, seine, eine Tafel berührende Hand, empfinde die Tafel selbst, während doch nur der Theil der Hand empfunden wird, welcher die Tafel berührt, oder ein Anderer die fernen Gegenstände mit dem Auge zu erreichen glaubt, während er nur ihre Bilder auf der Netzhaut empfindet. Es war der Physiologie der neuern Zeit (namentlich dem hochverdienten Johannes Müller in Berlin) vorbehalten, auf diesen wichtigen Unterschied aufmerksam zu machen. — Die Seele nimmt aber nicht nur die Sinnesempfindungen auf und legt sie vorstellend aus, sondern sie wirkt auch auf deren Inhalt ein, indem sie, ihre Intention auf einen bestimmten Sinn oder auf einzelne Akte der Empfindung richtend, höhere Schärfe der Wahrnehmung erwirkt. Dieses geschieht, wenn man z. B. mit dem Blicke einer einzelnen Gestalt unter vielen oder dem Gange eines einzelnen Instruments im vollen Orchester folgt.

Digitized by Google

509. Man kann das Gefühl bezeichnen als den mechanischen und Temperatursinn, den Geschmack als den chemischen Sinn, den Geruch als den elektro-chemischen, das Gehör als den Schall-, das Gesicht als den Lichtsinn. — Das Gebiet des Gefühlsinns ist im Thierreiche und am Thierkörper am weitesten ausgedehnt. Dieser Sinn gibt so verschiedene Empfindungen, daß oft schon Trennung in mehrere vorgeschlagen wurde, unter welchen die in mechanischen und Temperatursinn am meisten gerechtfertigt scheint. Fühlende Flächen verhalten sich mehr passiv, Tastorgane mehr aktiv; durch sie kann die Gefühlsempfindung modifizirt, von verschiedenen Seiten her erlangt werden, was zur Erkenntniß der Formen der Körper führt. Organ des Geschmackssinns ist die Schleimhaut der Mundhöhle, besonders der Zunge; ein Zweig des fünften Hirnnervens bewirkt Geschmacksempfindung für den vordern und mittlern, der neunte Hirnnerv für den hintern Theil der Zunge, der zwölfte steht der Bewegung der Zungenmuskeln vor. Geschmacksempfindung tritt (dem Prinzip des Chemismus gemäß) erst ein, wenn die Nahrung durch Speichel halb flüssig geworden ist; das Saure und Süße wird bei Berührung der Zungenspitze geschmeckt, das Salzige auf der ganzen Oberfläche, das Bittere und Scharfe mehr an der Zungenwurzel, beim Verschlucken. Beim Riechen muß die durch Riechstoffe elektro-chemisch erregte Luft auf die feuchte Schleimhaut des Riechwerkzeuges treffen, in welcher sich die Verästelungen des Geruchsnerven verbreiten, wo dann durch sie die eigenthümliche Energie des Geruchsnerven in bestimmter Weise angeregt wird. Der Geruch spielt im Thierreich eine höchst wichtige Rolle, die Geschlechter finden sich häufig nur durch ihn, die Beute und der Feind suchen und fliehen sich durch seine Hülfe. Aber auch mit höheren Seelenäußerungen steht dieser Sinn in naher Beziehung, vorzüglich mit Einbildungskraft, Gedächtniß und Scharfsinn.

510. Beim Hören werden die Schallschwingungen der (in ihren kleinsten Theilen schwingenden und sich hiebei zusammenziehenden und ausdehnenden) Körper vom äußern Ohr, einem reflektirenden und koncentrirenden Organ, aufgefangen und gesammelt, in den Gehörgang geleitet, woselbst sie (wie auch die durch die Eustachische Röhre dahin gelangenden) das Trommelfell treffen, zum kleineren Theil sich auch durch die Kopfknochen zum Labyrinth fortsetzen. Die Schwingungen des Trommelfelles gelangen z. Th. durch die Kette der Gehörknöchelchen, z. Th. durch die in der Trommelhöhle enthaltene Luft in das Labyrinth und setzen zunächst das zweite oder innere Trommelfell, eine an der Mündung des untern Ganges der Schnecke ausgespannte Membran, in Schwingung, welche sich auf die in der Schnecke befindliche Hörhaut und die von ihr eingeschlossene Flüssigkeit, das sogen. Labyrinthwasser, fortpflanzt, während die zur Verstärkung der Gehörempfindung beitragenden Schwingungen der Kopfknochen sich durch die Luft der Paukenhöhle auf das ganze Labyrinth, besonders aber auf die Bogengänge fortsetzen. Die innere Erzitterung der in der Hörhaut sich ausbreitenden Zweige des Hörnerven erregt dessen eigenthümliche Energie, die zum Sensorium sich fortpflanzend, als Schall empfunden wird.

Digitized by Google

511. Die Qualität des Schalles, der Klang, wird wahrscheinlich nur im untern Gang der Schnecke empfunden; die tiefen Töne mögen mehr die Hörhaut am Grunde der Schnecke, die hohen an deren Kuppel affiziren. Je nachdem ein Theil des Hörorgans (vor Allem Ohrmuschel und Gehörgang der rechten oder linken Seite) stärker getroffen wird als der andere, beurtheilt man die Richtung, aus welcher der Schall kömmt; dafür sind wohl auch die Bogengänge verschieden gestellt, der eine senkrecht, der andere der Länge nach, der dritte wagrecht, so daß nothwendig einer der sechs Bogengänge beider Seiten stärker getroffen werden muß. Daß mit zwei Ohren doch nur einfach gehört wird, ist Folge des Urtheils, gegründet darauf, daß die Eindrücke auf beide Ohren ganz oder fast ganz identisch sind. Der Hörnerv für sich allein kann wohl Töne wahrnehmen, bis auf einen gewissen Grad auch deren Höhe und Stärke, aber die genaue und schärfere Bestimmung der Wahrnehmung wird nur durch den ihm beigegebenen akustischen Apparat möglich. Darum wird das Hören der Thiere, abgesehen von der Stärke und Lebendigkeit ihrer Hörnerven, um so unvollkommener seyn, je weniger ausgebildet ihr inneres und äußeres Ohr ist, unvollkommener überhaupt bei den Wasser- als bei den Luftthieren.

512. Das Sehen durch Augen, wie sie der Mensch und die vier oberen Klassen besitzen (kollektive im Gegensatz zu den musivischen der Insekten und Krebse genannt), geschieht auf folgende Weise. Der von einem Punkte eines äußern Körpers kommende Strahlenkegel, dessen Spitze am leuchtenden Punkte, dessen Basis an der Hornhaut ist, wird durch Brechung wieder in einen Punkt vereinigt, der sich auf der Netzhaut befindet. Hornhaut, Augenwasser und noch mehr die Krystalllinse lenken die Strahlen immer mehr dem mittlern oder Axenstrahle zu; beim Uebergang aus der dichtern Linse in den dünnern Glaskörper erfahren die Strahlen eine nochmalige Brechung gegen den Axenstrahl und werden so zu Punkten vereinigt, die als solche empfunden werden, wenn die Retina genau an der Vereinigungsstelle liegt; die verschiedenen Punkte stellen ein Bild dar, indem die Strahlenbündel in dasselbe Verhältniß treten, welches sie am gesehenen Gegenstand haben. Befindet sich die Netzhaut aber vor oder hinter dieser Stelle, so entstehen statt der Punkte lichte Kreise und die Bilder der Gegenstände verlieren an Schärfe, werden matt; so bei Kurz- und Weitsichtigen. Eine weitere Bedingung für scharfe Bilder auf der Sehhaut ist, daß die Lichtkegel von jedem Punkte eines Gegenstandes so in's Auge fallen, daß ihre Haupt- oder Axenstrahlen in einem Punkte sich kreuzen, welcher Kreuzungspunkt vor dem hintern Rand der Linse liegt.

513. Das Auge sieht für sich immer nur Flächen; die stereometrischen Verhältnisse, die Entfernung und Richtung der Gegenstände werden nur unter Mitwirkung von Bewegungen, Tastsinn und Urtheil erkannt. — In den musivischen, zusammengesetzten Augen wird das Sehen dadurch ermöglicht, daß von dem auf die Augenhemisphäre fallenden Lichtkegel jedes einzelnen Punktes nur der durch die Axe eines gewissen Kegels des Auges tretende Lichtstrahl, mit Ausschluß der übrigen, zum Sehnerven gelangt; die Bilder der Gegenstände

Digitized by Google

ſtellen ſich in dieſen Augen, wie man glaubt, ſo dar, als wenn ſie durch ein feines Gitter geſehen würden. Dieſe zuſammengeſetzten Augen der Inſekten und Krebſe dienen mehr zum Sehen in die Ferne, ihre einfachen in der Nähe; erſtere fehlen einigen niedrigſten Formen und allen Larven.

514. Die Vorgänge bei der Fortpflanzung und Entwicklung ſtehen in weſentlicher Beziehung zu der Organiſationsſtufe des Thieres; bei ſehr einfachen Thieren zerfallen ſie in nur wenige Akte und werden raſcher beendigt; die Reihe der vom Keim bis zur vollendeten Ausbildung zu durchlaufenden Metamorphoſen iſt nur kurz. Die Blaſtien mancher Infuſorien brauchen ſich faſt nur zu ſtrecken, zu vergrößern, eine ſchwache Differenzirung im Innern und Hervorſchießen äußerer Wimpern und Bewegungsfäden zu erfahren, um den Mutterthieren gleich zu werden, — bei anderen, wie bei den Glockenthierchen, ſcheinen hingegen bedeutendere Umänderungen in der ganzen Geſtalt vor ſich zu gehen; bei den Rhizopoden können vielleicht abgelöſte Stücke zu ganzen Thieren erwachſen. Alle Thiere aber, welche aus Eiern entſtehen, müſſen mehr oder minder große Umwandlungen durchlaufen, um aus der Gleichartigkeit des Eies zur Verſchiedenartigkeit eines vielfach zuſammengeſetzten Leibes zu gelangen, ein Prozeß, der gewöhnlich ſehr im Verborgenen vor ſich geht. Die bedeutendſten Neubildungen erfolgen immer in der erſten Zeit, während in der ſpäteren faſt nur das einmal Angelegte näher beſtimmt und ausgearbeitet wird.

515. Bei den zwei höchſten Klaſſen influenzirt das mütterliche Leben, und zwar das leibliche nicht nur, ſondern auch das ſeeliſche auf die Bildung der Frucht; das Brüten der Vögel iſt nicht bloß ein phyſikaliſcher Akt gleichmäßiger Erwärmung, ſondern auch ein organiſcher und vitaler. Jede Periode des Fruchtlebens hat ihren beſtimmten Charakter, ihre für ſie erzeugten Organe; es werden ſolche dargeſtellt, die nur für eine beſtimmte Zeit Geltung haben, dann (durch Aufſaugung) verſchwinden, und andere, welche, wie z. B. Sinnes- und Geſchlechtsorgane, erſt in viel ſpäterer Zeit wirken ſollen; Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ſind der wunderbaren Kraft, welche das neue Leben bildet, zugleich gegenwärtig. Man ſieht hiebei ein Syſtem in beſtimmten Linien, Flächen und Polen wirkender Kräfte, Bildungsmateriale wird angezogen, zu beſtimmten Geſtalten geordnet, in Weſen und Form differenzirt, und parallel dieſem Allem geht ein in den verſchiedenen Theilen höchſt abweichend gearteter chemiſcher Prozeß. Aus dem ganz unbeſtimmten Bildungsſtoff, den das Eichen enthält und ſpäter aufnimmt, erfolgt durch Zutreten immer neuer Prädikate das Hervorgehen eines ganz Beſtimmten, ähnlich, wie ſich der Syſtematiker aus der allgemeinen Idee des Thieres die Klaſſen, Familien, Spezies hervorgegangen vorſtellt. Eichen laſſen oft nicht einmal die große Abtheilung errathen, ſpäter erkennt man aber, daß man den Embryo eines Wirbelthieres vor ſich habe, noch ſpäter, daß es der eines Vogels ſey, endlich, daß der Embryo keinem Land-, ſondern einem Schwimmvogel angehöre, ganz zuletzt Sippe und Art.

516. Ein Stück eines Polypen kann deßhalb zu einem ganzen erwachſen,

Digitized by Google

weil es das Wesen dieses in sich hat; bei den vollkommneren Thieren ist jeder Theil nicht bloß der Quantität, sondern der Qualität nach ein Fragment: nur alle Theile zusammen bilden das Wesen. Daher erzeugen diese Geschöpfe Substanzen, welche das Ganze nicht seiner Erscheinung, wohl aber seiner Idee nach in sich enthalten: die Zeugungsstoffe. Wie im Gehirn alle Empfindungen, die von der Außenwelt und die vom eigenen Selbst erregten, zusammenfließen, alle Zustände dieses letzteren sich spiegeln, so ist auch in den Zeugungsstoffen das ganze Wesen des Erzeugenden, sein Leibliches und sein Seelisches unter der Verhüllung des Stoffes ausgeprägt, kommt aber, wie alle Vorgänge des Bildungslebens, nicht oder nur in einer dunkeln Abschattung zum Bewußtseyn. Darum pflanzen sich die Eigenschaften der Eltern auf die Nachkommen fort, und es geht hiebei Aehnliches vor sich, wie im chemischen Prozeß, wie beim Zusammentreffen von Lichtstrahlen, die ja auch nach Umständen sich erhellen oder verdunkeln können (siehe §. 44).

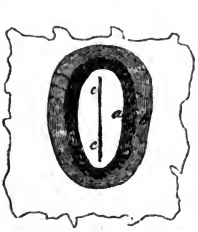
517. Daß bei allen vollkommneren Organismen die Samen- und Eierbereitenden Organe an zwei Individuen vertheilt sind, ist Folge der fortschreitenden Gegensetzung und Sonderung, Diremtion; der allgemeine Begriff des Thieres nämlich bestimmt sich durch Zutreten immer neuer Prädikate zu den Unterreichen, Klassen, Familien, Sippen, Gattungen, Individuen. Diese letzteren können wieder unter zwei verschiedenen Formen erscheinen: der der Stärke, Beweglichkeit, mächtigerer Entfaltung des Lichtes, Verstandes, oder des Insichgehens, der Ruhe, Wärme, des Gefühls, der Anmuth; als männliches und weibliches Geschlecht. Jedes von diesen für sich ist einseitig, bedarf der gegenseitigen Integration. Ein Zeugungsstoff für sich vermag kein neues Leben zu entwickeln; wenn aber beide zusammentreffen, entsteht im Moment ein über ihnen stehendes Drittes, der unsichtbare, potentielle Keim, das bildende Prinzip, welches nach dem Gesetz der Gattung, modifizirt durch die individuelle Beschaffenheit, den künftigen Leib gestaltet, in und mit dem es lebt. — Es soll nur mit einem Worte hier erwähnt werden, daß man heutzutage alle Präexistenztheorien, nach welchen die Organismen, von jeher schon im Keime vorhanden, im Laufe der Zeit nur nach und nach entwickelt würden, verlassen hat, und daß die Postformation oder Epigenese, nach welcher jedes organische Wesen erst bei der Zeugung seinen Anfang nimmt, allein anerkannt ist.

518. Eine unterste Abtheilung des Thierreichs pflanzt sich nur durch Theilung und Blastien (einige wenige hieher gehörige auch durch Knospen) fort; so Rhizopoden und Infusorien. Alle übrigen Thiere erzeugen wahre Eier; manche niedrige Formen vermehren sich außer den Eiern auch noch durch Knospen (Polypen), Theilung (Würmer); die unendliche Mehrzahl der vollkommneren Thiere nur durch Eier. Jede der großen Abtheilungen des Thierreiches hat ihre eigenthümlichen Weisen der Entwicklung: nur im Baue des Eies stimmen alle überein, aber dann scheiden sich die Wege. Daher durchläuft der Embryo eines Säugethiers (oder des Menschen) bei seiner Entwicklung nicht alle Stufen des Thierreiches, wohl aber gleichen seine früheren Zustände

Digitized by Google

in etwas den permanenten der unteren Klassen *seiner* Abtheilung, der Wirbelthiere. Hiebei bemerkt man wieder, daß bei gewissen Klassen der ganze Dotter sich zum Embryo gestaltet, so bei Polypen, Quallen, Stachelhäutern, Würmern, Muscheln, Schnecken, während bei allen übrigen im Ei ein Gegensatz zwischen Dotter und Embryo eintritt, dieser nur aus einem Theil des Eies entsteht und heranwächst, indem er den Dotter nach und nach in sich aufnimmt; so bei den Cephalopoden, Spinnen, Krebsen, Insekten und Wirbelthieren (nebst dem Menschen). — Es möge hier die Entwicklung eines höhern Säugethieres (nach deren Typus im Wesentlichen die Entwicklung der Wirbelthiere überhaupt geschieht) nach ihren Hauptzügen betrachtet werden, mit einigen Bemerkungen über die Entwicklung von Thieren niedrigerer Klassen.

519. Die *Eier der Säugethiere*, fast mikroskopische Bläschen, haben in sich nicht die zur Darstellung der Frucht (des Fötus) hinreichende Substanz und müssen deßhalb diese von anderwärts erhalten. Sie reißen sich zur bestimmten Zeiten aus den Graaf'schen Bläschen der Eierstöcke los und gelangen in rotirenden Bewegungen, die Eileiter hinabsteigend, durch eingesaugtes Eiweiß sich vergrößernd, in das zu ihrer Aufnahme bestimmte Organ, die Mutter, uterus genannt, woselbst sie von einer sich dort bildenden zarten Membran, der Nesthaut umschlossen werden. Treffen die Eichen in den Eileitern oder im Uterus mit befruchtendem Stoff zusammen (wobei die Spermatozoidien durch die lockere Eihaut, chorion, in das Innere des Eies eindringen, dann spurlos verschwinden), so wird Entstehung eines Embryo's möglich; im Gegenfall lösen sich die Eichen ohne weitere Entwicklung bald auf. Nächste Wirkung der Befruchtung ist Auflösung des Keimbläschens und Freiwerden des Keimflecks (vergl. §. 476); zugleich beginnt die Dottermasse sich in zwei Kugeln zu theilen, diese in 4, 8, 16, 32 und verdoppelnd so fort zu mehreren hundert Kügelchen, die sich zu kernhaltigen Zellen umbilden, welche zu einer Hautblase, der sogen. Keimblase, blastoderma, verschmelzen. (Dieser Dottertheilungsprozeß findet bei *allen* Thieren statt.) Durch Anhäufung von Zellen bildet sich an der Keimblase eine bestimmt umschriebene Stelle, der sogen. *Fruchthof*, der Entwicklungsheerd des Embryo, und bald läßt hier die früher einfache Haut der Keimblase zwei Schichten, zwei aufeinanderliegende Blätter erkennen, deren äußeres das animale, deren inneres das vegetative Blatt heißt. Etwa gleichzeitig scheidet sich der Fruchthof in zwei konzentrische Höfe, einen dunkeln, äußern, und hellen, innern; im letztern entsteht als erste Spur des Embryo eine Rinne, die *Primitivfurche*, und an ihren Seiten bilden sich durch Zellenanhäufung Wülste als Uranlage der Körperwände; die Primitivrinne wird zum Kanal, in welchem sich Substanz ablagert, die zur Darstellung von Hirn und Rückenmark bestimmt ist.

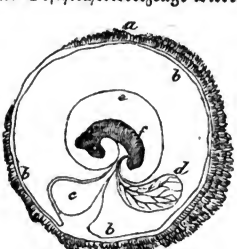


Stück der Keimhaut mit dem Fruchthof.
a Innere hellere Abtheilung desselben, b äußere dunklere, c c Primitivfurche.

520. Zwischen dem animalen und vegetativen Blatt bildet sich ein drittes,

Digitized by Google

Gefäßblatt genannt, weil auf ihm die erste Gefäßvertheilung entsteht; aus dem vegetativen oder Schleimblatt gehen vorzugsweise Organe des Bildungslebens hervor, aus dem animalen oder serösen Blatte in Verbindung mit dem Gefäßblatt entstehen animale Organe; zur Darstellung mancher, z. B. der Sinnes- und Geschlechtswerkzeuge wirken alle drei Blätter zusammen. Das nothwendige Bildungsmaterial wird dem Ei durch den Uterus geliefert. Schon beim Herabsteigen in denselben entwickeln sich aus dem Ei Zotten, d. h. kleine aus lockerer Molekularsubstanz gebildete Fortsätze des Chorions, welche, wie die Wurzelschwämmchen einer Pflanze, Eiweiß aus der Schleimhaut des Uterus einsaugen. Nach und nach entsteht zwischen Uterus und Frucht eine Gefäßverbindung, der sogen. Mutterkuchen, placenta, in welchem Gefäße von Mutter und Frucht in dichter Durcheinanderschlingung neben einander liegen, so daß durch die Wände hindurch ein Uebergang von Stoffen stattfinden kann; die zum Fötus gehenden Gefäße des Eies und der Placenta bilden die sogen. Nabelschnur.



Schematische Figur eines Säugethierembryo's.

a a Chorion, auf einer Seite, wo sich die Placenta bilden will, mit Zotten, *b b b* seröses Blatt, *c* Nabelblase; *d* Allantois, *e* Amnion, *f* Embryo von der Seite.

521. Bald nach dem Erscheinen der Primitivfurche nimmt man an dessen Seiten kleine viereckige Plättchen wahr; zuerst sind ihrer nur wenige, bald vermehren, vergrößern sie sich, an der ganzen Länge der Primitivfurche hinab liegend; es sind die Uranlagen der Wirbelsäule. Die aus dem vegetativen Blatt entstehenden Gebilde kommen vor und unter die animalen zu liegen; die sie umschließenden Rumpfwände gehen aus dem animalen Blatte hervor. In der Nähe der centralen Nervenorgane, also am Rücken- und Kopftheil, schreiten alle Bildungen am schnellsten fort; die Leibeshöhle bleibt vorne lange offen, schließt sich zuerst durch Gegeneinanderwachsen der Wände an der Brust, später am Bauche, der Nabel schließt sich erst nach der Geburt. Der Kopf sitzt zuerst auf dem Rumpf auf; später bildet sich der Hals durch Verlängerung der Luft- und Speiseröhre; zur Darstellung der Glieder sammeln sich an einer obern und untern Stelle des Embryo's zu beiden Seiten Massen körniger Zellen, die anfangs nur als Höcker vorragen, dann wachsen, hiebei die schon früher gebildete Haut ausdehnend mit sich nehmen, dann sich innerlich zu Knochen, Muskel, Nerv, Gefäß differenziren; zugleich in ihre verschiedenen Theile sich gliedern, und an den Enden zuerst einfach, durch Auffaugung in bestimmten Richtungslinien sich in Finger und Zehen spalten. Der an der Wirbelsäule liegende Theil des Schleimblattes formirt sich zu einer Röhre, dem Darm, welcher sehr in die Länge wächst, und am untern Theile eine Blase, die Allantois genannt, hervortreibt, deren Wurzeltheil später zur Harnblase wird, während das Uebrige schwindet; an den mittleren und oberen Theilen des Darmrohres häufen sich Höckerchen, aus Zellenmassen gebildet, an, die zuerst solid, allmälig hohl werden

Digitized by Google

und sich zu Speicheldrüse, Pankreas, Leber und Athmungsorganen gestalten.

522. Das Gefäßblatt ist anfänglich eine körnige Substanz; diese ordnet sich in Streifen und diese differenziren sich zu fester Wandung und flüssigem Inhalt, die einzelnen Saftströme setzen sich in Bewegung und treten in Verbindung miteinander, wobei die in ihnen schwimmenden Körperchen allmälig die Gestalt und Farbe der Blutkörperchen annehmen. Im Embryo hat sich unterdeß ein Schlauch gebildet, der sich auf sich selbst zusammenwindend zum Herzen wird, das zuerst aus einer Kammer und Vorkammer besteht; hereinwachsende Scheidewände theilen jede von diesen in zwei. Oben und vorne bildet das Herz die sogen. Aortenanschwellung; aus dieser treten zwei Arterienstämme hervor, die nach unten umbeugen und rückwärts zu beiden Seiten neben der Wirbelsäule verlaufen, sich in Gefäße vertheilend, welche sich zu einem Netz im Gefäßblatt des Fruchthofes ausbreiten. Am Rande dieses Netzes sammeln sich die Gefäße in eine große, den Fruchthof auf beiden Seiten mit zwei Halbringen umgebende Vene, aus der ein zweites ober dem arteriellen liegendes, venöses Gefäßnetz entsteht, aus welchem das Blut in zwei Hauptstämme vereinigt zum Herzen zurückkehrt. Die erste Blutbewegung findet also zwischen dem Embryo und dem Gefäßblatt der Keimblase statt; später bildet sich die Blutbewegung zur Placenta und zurück, so wie durch die Organe des embryonalen Leibes, mit Ausnahme der Lungen; Blutbewegung durch die Lungen tritt erst mit dem nach der Geburt beginnenden Athmen ein, wo dann der placentarische Kreislauf aufhört, und sonst sehr bedeutende Aenderung im ganzen Blutgefäßsystem stattfindet.

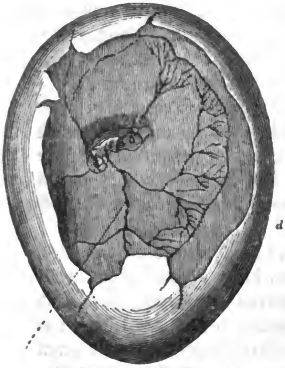
523. Der Embryo besitzt auch *vorübergehende*, nur für die Oekonomie des Fötallebens bestimmte Organe, z. B. die schon genannte Allantois, die Wolff'schen Körperchen, an deren Stelle später die Nieren entstehen, das sogen. Nabelbläschen, die sogen. Visceralbögen und Visceralspalten am Halse. Bald nach dem Erscheinen der Anlagen der Wirbelkörper entsteht am vordern und hintern Ende des Embryo eine große Falte des serösen Blattes; beide Falten wachsen gegeneinander, vereinen sich endlich und bilden so eine besondere, den Embryo innerhalb des Chorions umhüllende, mit Flüssigkeit erfüllte, gefäßlose Blase, die Amniosblase. Die Amniosflüssigkeit wird vom Embryo durch die Haut eingesaugt, und dient zugleich zu seiner Ernährung und als Schutz gegen äußere Stöße und Erschütterung. Die anfänglich gleichbreite Primitivfurche wird bald nach vorne breiter und läßt hier drei Abtheilungen erkennen, die Lineamente der drei Hirnblasen, welche zu den drei Abtheilungen des Gehirns werden. Am Gehirn entsteht ein vorderes und ein hinteres Paar von Bläschen, erstere werden zu den Seh-, letztere zu den Hörorganen, wobei sich nicht nur die vom Hirn vortretenden Gebilde, sondern auch die Gesichtswand und äußere Haut, das Knochensystem und Gefäßblatt betheiligen, jedes seinen Antheil liefernd. Mundhöhle und Mund entstehen, indem äußere Haut und Schleimhaut des noch ganz unförmlichen Kopfes durchbrechen, die Zunge durch Einstülpung der Schleimhaut.

524. Die Hauptsysteme sind alle schon im ersten Viertel der Entwicklungs-

Digitized by Google

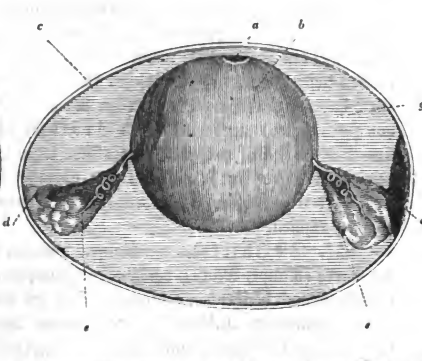
zeit dargestellt und schon gegen die Mitte derselben hat der Embryo seine halbe Länge erreicht. Jetzt beginnen in dem bis dahin gegen Stechen, Brennen, Elektrisiren ꝛc. ganz unempfindlichen Leibe Gefühl und Gliederbewegung sich zu äußern und endlich auch Bewegung des Zwerchfells und Brustkastens. Schon beim Beginn der Entwicklung war im Fruchthälter ein energischeres Leben erwacht; das Blut strömte stärker zu, die Substanz lockerte sich auf, es bildeten sich Muskelfaserschichten und Nerven aus, das Organ wuchs ungemein. Ist die Fruchtbildung vollendet, so erfolgt die Geburt durch Zusammenziehungen des Uterus und mit derselben beginnt das Leben des neuen Wesens in der äußern Natur, vor Allem eingeleitet durch Thätigkeit der Athmungsorgane, die einen bedeutend verschiedenen Blutlauf bedingt. Die Unabhängigkeit vom physischen Leben der Mutter wird aber nur stufenweise erlangt. Das Neugeborene wird noch einige Zeit hindurch von ihrer Milch ernährt, einer milden Flüssigkeit von hoher Ausbildung, welche durch ihren Gehalt von Eiweiß, Fett, Käsestoff, Zucker, verschiedenen Salzen ꝛc. alle Bedingungen leichter Ernährung erfüllen kann. — Die sonderbare, in dieser Rücksicht einer niedrigern Stufe angehörende Ordnung der Beutelthiere (in Neuholland, Südasien und Amerika heimisch) weicht darin von der allgemeinen Entwicklungsart der Säugethiere ab, daß die Embryonen in ganz unreifem Zustande an die von einem Beutel oder Sacke umgebenen Zitzen des Mutterthieres gelangen, woselbst sie, an diesen wie eine Frucht am Stiele hangend, ihre Ausbildung erhalten. Beutelthiere und Monotremen (Ornithorhynchus, Echidna) haben keine Placenta.

525. Die Eier der Vögel, verhältnißmäßig sehr groß, bestehen am Eierstocke nur aus dem Dotter, Keimbläschen und Keimfleck; Eiweiß und Kalk-



Geöffnetes Hühnerei.

Der Rand des Gefäßhofs ist links noch vom Bruchrande der Eischale bedeckt, während er größtentheils zu sehen ist. Von den Gefäßen sind nur die bedeutenderen angegeben. Der Anblick in der Natur ist weit reicher



Idealer Durchschnitt eines zum Legen fertigen Vogeleies.

a Keimschicht (Hahnentritt, cicatricula); *b* Dotter; *c* Schalenhaut; *d* Anheftung der Hagelschnüre (Chalazen); *e* Hagelschnüre; *f* Luftraum; *g* Eiweiß.

Digitized by Google

ſchale legen ſich erſt beim Durchgange durch die Eileiter an. Die kryſtalliniſche Struktur der Kalkſchale zeigt unter der Loupe nach den Gattungen charakteriſtiſche Verſchiedenheiten. Der Dotter wird im flüſſigen Eiweiß durch zwei aus zuſammengedrehten Schnüren geronnenen Eiweißes, Hagelſchnüre, Chalazae genannt, ſchwebend erhalten; am ſtumpfen Ende bildet ſich ein hohler Luftraum, zur Reſpiration des Küchelchens dienend, aus. Dieſe ſehr großen Eier haben das Materiale zur Bildung des Jungen in ſich; der Leib geſtaltet ſich aus Dotter und Eiweiß auf ganz ähnliche Weiſe, wie beim Säugethier. Die Allantois der Vögel iſt von ſehr ſchönen Arterien- und Venennetzen durchzogen. Das Küchelchen erhält auf der Spitze des Oberſchnabels einen Zahn zur Durchbrechung der Eiſchale von innen, der ſpäter ſchwindet; beim Haushuhn, deſſen Entwicklung mit beſonderem Fleiße beobachtet worden iſt, dauert dieſelbe 21 Tage. Alle Klaſſen unter den Säugethieren ſind weſentlich eierlegend; in allen gibt es aber einzelne lebendig gebärende Spezies, nur in der der Vögel nicht.

526. Die Eier der Eidechſen und Krokodile, der Schlangen und Schildkröten haben z. Th. kalkige, z. Th. lederartige Schalen; Brütung findet hier nicht ſtatt, ſondern die Entwicklung erfolgt nach ſehr ähnlichen Geſetzen, wie bei den vorigen Klaſſen unter dem Einfluß der atmoſphäriſchen Wärme. Sehr abweichend verhält ſich hingegen dieſer Prozeß bei den froſchartigen Amphibien; ihnen und den Fiſchen allein unter allen Wirbelthieren fehlen Amnion und Allantois. Die ſchalenloſen Eier ſind außer dem Chorion nur von Gallerte umgeben, welche der aus dem Chorion hervorbrechende Embryo verzehrt. Derſelbe gleicht anfänglich einem Haifiſch im Kleinen; bald wachſen aus dem Halſe Kiemen hervor und am Munde ſchnabelförmige Hornkiefer. Später verſchrumpfen die Kiemen und der bis dahin zum Schwimmen dienende Floſſenſchwanz, die Füße ſproſſen hervor, die Lungen entwickeln ſich, und nach einem Hautwechſel erſcheint das Thier in ſeiner bleibenden Geſtalt. Bei den Salamandern und Tritonen bleibt hingegen der Schwanz, und bei den tiefer ſtehenden Fiſchmolchen bleiben auch neben den Lungen die Kiemen durch das ganze Leben. Die Eier der Rochen und Haye (Knorpelfiſche) ſind von Hornſchalen umgeben; jene der Gräthenfiſche nur von weichem Chorion und Schleim. Die meiſten Gräthenfiſche legen Eier, die meiſten Knorpelfiſche gebären lebende Junge; die in den übrigen Klaſſen vorhandene Allantois (eine Art Kiemenblaſe) fehlt den Fiſchembryonen, welche ſchon im Ei durch Kiemen athmen.

527. Die Inſekten durchlaufen dreierlei Lebensformen; die des Eies, der Larve (Raupe, Made), der Puppe (Nymphe), bevor ſie zur vierten, vollkommenen und bleibenden gelangen. Sind die Formen der Larve, Puppe und des vollkommenen Inſektes ſich im Ganzen ähnlich, ſo daß das letztere nur durch beſſere Ausbildung und Fortpflanzungsfähigkeit verſchieden iſt, ſo nennt man dieſes unvollkommene Verwandlung (Halbflügler, Geradflügler, ein Theil der Netzflügler und Flügelloſen). Sind hingegen dieſe Formen ſo verſchieden, daß nur die Erfahrung über ihre Zuſammenhörigkeit belehren kann, ſo heißt dieſes vollſtändige Verwandlung (Käfer, Schmetterlinge,

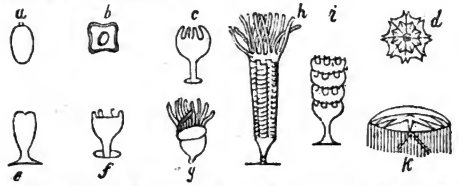
Digitized by Google

Immen, Zweiflügler ꝛc.). Bei den Insekten, Krebsen, Spinnen werden fast immer Eier gelegt, und lebendig gebärende Gattungen (z. B. der Skorpionen) gehören zu den seltenen Ausnahmen; die Entwicklung erfolgt bei all' diesen Thieren übereinstimmend mit der Lage des animalen Nervensystems von der Bauchseite aus (im Gegensatz zu den Wirbelthieren), so daß diese sich zuerst bildet, und der Rücken langzoffen bleibt; die Eier enthalten ebenfalls ein Keimbläschen mit Keimfleck. Die höheren Krebse und Spinnen verlassen das Ei bereits in der Form, welche sie später haben, bei den Entomostraceen, meist halbmikroskopischen Krebschen unserer Gewässer, bei den an Fischen schmarotzenden Lernäen und den meerbewohnenden Cirripedien werden hingegen bedeutende Metamorphosen durchlaufen, wobei sich das merkwürdige Schauspiel zeigt; daß die Jungen beider letzteren Gruppen mit Sinnes- und Bewegungsorganen versehen sind, welche im letzten Stadium der Entwicklung verloren gehen, so daß die ausgebildeten Thiere ein mehr vegetatives Leben führen und zugleich bei den Cirripedien die allgemeine Form sich so sehr ändert, daß man sie, jetzt zur Klasse der Krebse oder doch neben diese stellend, bis in die neuere Zeit für Conchylien hielt und zur Klasse der Mollusken zählte. Generationswechsel kommt in dieser Abtheilung des Thierreichs bei den Blattläusen vor. Die vollkommene Generation, geflügelte Männchen und Weibchen begreifend, erscheint gegen Ende des Sommers und im Herbste, paart sich und stirbt, nachdem das Weibchen Eier gelegt. Aus diesen entsteht im Frühjahr eine flügellose Ammengeneration mit anders gestalteten Geschlechtswerkzeugen; sie bringt ohne Paarung durch Knospenbildung Eier hervor, die noch im Eileiter ausschlüpfen, so daß lebende Junge geboren werden. Diese, wenn ausgewachsen, vermehren sich auf gleiche Weise, und so folgen sich bis 20 solcher durch Knospung entstehender Ammengenerationen, bis im Herbst wieder eine vollkommene, aus Männchen und Weibchen bestehende Generation erscheint.

528. Erst in den letzten Jahren hat man erkannt, daß die Cephalopoden einer andern Entwicklungsnorm folgen, als die Mollusken, mit denen sie immer zusammengestellt wurden, daß ihr Embryo nämlich wie bei den bisher betrachteten Klassen sich von der Keimblase abschnürt, während bei den Schnecken und Muscheln sich der ganze Dotter zum Embryo gestaltet. Bei den Cephalopoden tritt der Dotter nach und nach in der Nähe des Mundes in den Embryo ein, ohne direkte Verbindung mit dem Darme. Der Embryo der Schnecken macht fortwährende Drehungen im flüssigen Eiweiß; bei den Muscheln entwickeln sich die Eier in den Kiemenblättern, wohin sie von den Ovarien gelangen; in beiden Ordnungen erhält der Embryo schon im Ei seine Schale. Bei den Salpen, kopflosen gesellig lebenden Mollusken des Meeres, tritt jene schon erwähnte merkwürdige, Generationswechsel genannte, Erscheinung ein, wo zwischen den vollendeten, Eier und Samen erzeugenden Generationen solcher Fortpflanzung unfähige, anders gestaltete sich einschieben. Die Stücke, in welche eine solche Zwischenform, eine sogen. Amme zerfällt, bilden sich dann wieder zu vollkommenen, Keime und Samen erzeugenden Individuen aus. Merkwürdige Verwandlungen müssen nach Beobachtungen der letzten Jahre die

Digitized by Google

Stachelhäuter und viele Würmer durchlaufen; ihre Larven haben häufig nicht die mindeste Aehnlichkeit mit den ausgebildeten Thieren und wurden z. Th. für besondere Geschöpfe beschrieben, ehe die mühevollsten Untersuchungen dieser verborgenen Vorgänge das wahre Verhältniß erkennen ließen. Die kleinen Larven der Seesterne und Seeigel schwimmen häufig im offenen Meere, während die ntwickelten Thiere an den Küsten kriechen; manche Eingeweidewürmer durchwandern während ihrer Entwicklung die verschiedensten Organe thierischer Körper, ja einige erlangen nur dadurch ihre vollständige Ausbildung, daß sie aus dem Körper der Wegschnecken oder Fische in jenen von Vögeln und anderen Thieren gelangen, welche Schnecken und Fische verzehren. An den Kiemen der Pfrille schmarotzt ein geschlechtsloser Wurm, Diporpa genannt; zwei Individuen desselben wachsen zusammen und wandeln sich in den mit hermaphroditischen Geschlechtswerkzeugen versehenen Doppelwurm Diplozoon paradoxum um. In allen diesen Klassen wie in denen der Quallen und Polypen herrscht Generationswechsel, welcher die Verhältnisse vielfach verwickelt; man hat erkannt, daß vermeintliche Polypen (z. B. Strobila 8-radiata) nur Zwischengenerationen, Ammen von Quallen (Strobila von Medusa aurita) und daß vermeintliche Quallen, namentlich der Ordnung Röhrenquallen, Siphonophora, nur Kolonien vereinigter Polypen seyen. *)



a Infusorienförmiges Stadium des Larvenlebens; e, f, c, g allmälige Entwicklung des polypenförmigen Stadiums (bei b sieht man die vordere Kopfscheibe mit Mundöffnung und hervorsprossenden Tentakeln); h Strobila-Form der Larve, die sich bei i in die einzelnen Scheiben auflöst; d junge, k ausgebildete Medusse.

529. Das Verhältniß der Eltern zu den Nachkommen gestaltet sich nach den Klassen sehr verschieden. Fast nur bei Vögeln und Säugethieren pflegen und nähren erstere die neue Generation, wobei häufig beide Geschlechter zusammenwirken, so schon beim Nest- und Höhlenbau, später bei der Aetzung der Jungen, obwohl die Hauptsorge mehr dem Weibchen zukömmt. Bei den Tauben lösen sich die beiden Geschlechter im Brüten ab; bei vielen Vögeln helfen die Männchen bei der Aufziehung der Jungen, lehren sie fliegen oder laufen, Nahrung suchen, sich verbergen, bei manchen Säugethieren tödtet hingegen das Männchen die Jungen, wenn es sie findet, und frißt sie auf, eine

*) Ganz räthselhaft ist die von J. Müller 1851 bei Triest gemachte Beobachtung, daß in Synapta digitata, einer Holothurie, ein mit dem Darm organisch verbundener Schlauch sich bildet, in dem sich zahlreiche Eier erzeugen, aus denen Schnecken (Entoconcha mirabilis Müll.) werden. Es scheint hier ein ganz eigenthümlicher Parasitismus vorzuliegen, wo der Parasit sich in einen wurmähnlichen Eierschlauch umwandelt, und dieser in organische Verbindung mit dem Trägerthiere tritt.

Digitized by Google

sonderbare, dem Katzengeschlechte eigene Verkehrtheit. Sehr anomal und noch nicht vollständig erklärt gestaltet sich das Verhältniß beim Kukuk; man gibt als Grund an, warum er seine Eier in Nester anderer Vögel lege, daß dieselben sich nur in längeren Intervallen ausbilden, die früher ausgekommenen Jungen deßhalb die später gelegten Eier zerstören würden; aber warum legt der Kukuk seine Eier in Nester viel kleinerer Vögel und warum nehmen diese, die sonst jede fremde Berührung auf das Aeußerste scheuen, diese Eier mit größter Freudigkeit auf, während der Eindringling doch ihrer eigenen Brut Verderben bringt? — Merkwürdig ist auch, daß die Eier des Kukuks in der Farbe den Eiern gerade der Vögel ähnlich sind, in deren Nester sie gelegt werden.

530. Bei allen übrigen Thieren wird mit äußerst seltenen Ausnahmen das Ausbrüten der Eier fast immer der Luft- und Sonnenwärme überlassen. Eltern und Nachkommen kennen sich nicht. Die Insekten, welche sich nur einmal paaren und dann sterben, zeichnen sich durch die merkwürdigen Kunsttriebe und Instinkte aus, welche theils für die individuelle, theils für die Erhaltung der Gattung wirksam sind; in manchen Ordnungen wird noch Nahrung zu den Eiern gelegt, so bei manchen Hautflüglern, immer werden die Eier an die geeigneten Stellen und in manchen Gattungen unter besondern Schutz gegen Kälte, Vertrocknung ꝛc. gebracht. Die Eltern sehen aber meistens ihre Nachkommen nicht mehr, bloß bei manchen gesellig lebenden Insekten: Bienen, Hummeln, Wespen findet eine Ausnahme statt, eben so beim Ohrwurm, Forficula, wo das Mutterinsekt, wie eine Henne ihre Küchlein, die Schaar seiner Jungen anführt.

531. Die Verrichtungen des Skelets lassen sich kurz zusammenfassen. Theils dient es zur Beschützung und Abgrenzung des Leibes nach Außen (wie der Panzer der Insekten, Krebse, die Schalen der Conchylien, die Schuppen, Haare, Federn), theils zur Abgrenzung bestimmter Organe gegen andere innerhalb des Körpers (Schädel und Rückgrat, Luftröhrenknorpel, Knochen der Mund-, Brust-, Beckenhöhle), theils zur Bewegung (Glieder), endlich zu Verrichtungen des Bildungslebens, wie Gebiß in Mund und Magen, Knochen im Herzen ꝛc. Nerven- und Hautskelet wirken vorzüglich auch mit zur Bestimmung der ganzen Körperform, und liefern feste Stütz- und Anheftungspunkte für die weichen Organe. Die Polypenstöcke zeigen keine Beweglichkeit; die Muschelschalen können geöffnet und geschlossen werden; die Deckel der Schneckenschalen sind vorübergehend (so bei der Weinbergsschnecke ꝛc.) oder permanent (den Meerschnecken), im letztern Fall am Fuße befestigt und mit diesem beweglich. Vielfach modifizirter Bewegungen fähig ist das gegliederte Hautskelet der Insekten und Krebse und das Nervenskelet der Kopfthiere; bei jenen sind die Muskeln in den harten Theilen eingeschlossen, erfüllen deren Höhlung; bei diesen umgeben sie die Knochen äußerlich. Die harten Theile sind unbeweglich oder beweglich miteinander verbunden, werden durch Sehnen und Bänder zusammengehalten; die Art des Gelenkes bestimmt die Natur der Bewegung, so daß wie z. B. beim Unterkifer, nur Verschiebung möglich ist, oder wie bei den Scharniergelenken (Ellenbogen, Knie, Fingerglieder), Entfernung oder Nähe-

Digitized by Google

rung zweier Knochen, oder beim Nußgelenke (Hand- und Fußwurzelknochen, Oberarm, Schenkel, erstes Fingerglied,) außer der Beugung und Streckung auch Drehung. Zu Gelenken verbundene Knochen sind an den Enden mit (elastischen) Knorpelscheiben bekleidet und in häutige Säcke eingeschlossen, welche zur Minderung der Reibung ölige Substanz (sogen. Synovia) absondern.

532. Die Muskeln wechseln fortwährend in Zuständen der Ruhe und Thätigkeit. In ersterer sind sie schlaffer, länger, in der andern durch Zusammenziehung kürzer, straffer. Die hauptsächlichsten Bewegungen des Leibes beruhen auf der Thätigkeit der Muskeln, aber selbst bei der Ruhe des Leibes sind dieselben nicht absolut unthätig, sondern halten sich, in mäßiger Spannung nur das Gleichgewicht, zu welchem Zwecke sie antagonistisch angeordnet sind. Die Muskelfasern sind entweder glatt, wie die der sogen. vegetativen oder organischen Muskeln, oder quergestreift, wie die der sogen. animalen Muskeln; nur letztere sind willkürlicher Bewegung fähig. (Eine Ausnahme macht das Herz, welches quergestreifte Muskelfasern besitzt und doch nicht dem Willenseinfluß gehorcht.) Manche Muskeln, z. B. gewisse Schließmuskeln, sphincteres, befinden sich im Zustande fortwährender Kontraktion, die für bestimmte Zwecke durch den Willenseinfluß überwunden werden muß. Unwillkürliche sowohl als willkürliche Bewegungen der Muskeln kommen hauptsächlich durch den Einfluß des (sympathischen oder animalen) Nervensystems zu Stande; die Art dieser Wirkung gehört zu den schwer erforschlichen Geheimnissen. Wir wollen — und es treten diese und jene Muskeln in Thätigkeit, und dieser zufolge bewegt sich ein Glied in bestimmter Weise. Mensch und Thier kennen die Muskeln nicht, welche für diese bestimmte Bewegung sich kontrahiren müssen, — daß dieses doch geschieht, erklärt sich aus der Repräsentation der Peripherie im Centralorgan. Wie der Wille auf bestimmte Nervenursprünge im verlängerten Mark, dem wahrscheinlichen Sitz der Bewegungsantriebe, wirkt, so erfolgen, indem der gegebene Anstoß stromartig in den Nerven fortläuft, vermöge der Wechselbeziehung von Centrum und Peripherie bestimmte Bewegungen. Uebung gehört jedoch hiezu; dem Neugebornen gehorchen seine Glieder noch nicht und der Greis, dessen Centralorgane geschwächt sind, bringt nur zitternde Bewegungen zu Stande. Es ist klar, daß wenn die Verbindung der Nerven mit den Centralorganen irgendwie unterbrochen ist, keine Bewegung mehr möglich ist, sondern Lähmung eintritt.

533. Die willkürlichen Muskeln können auch durch vom Körper ausgehende Einflüsse und äußere Einwirkungen ohne Zuthun des Willens in Thätigkeit versetzt werden, z. B. durch Quetschung, Kälte, Hitze, Säuren und im höchsten Grade durch die Elektricität. Gewisse Muskeln bewegen sich unter der Herrschaft des sympathischen Systems unwillkürlich, automatisch und rhythmisch, gehorchen aber zugleich dem Willenseinfluß; so die Athmungsmuskeln; man kann langsamer oder schneller, kurze Zeit auch gar nicht athmen. Es gab einzelne Menschen, welche sogar auf die Bewegung ihres Herzens (der kräftigsten aller Muskelgruppen) willkürlich einwirken konnten. Die Muskeln des Darmes, der Harnblase, des Uterus haben glatte Fasern und ihre Bewegungen sind in der Regel unwillkürlich; doch wirkt der Wille in gewissen Fäl-

Digitized by Google

len (z. B. beim Gebären auf den Uterus) mit ein. Die vegetativen Muskeln vermitteln Vorgänge des Bildungslebens, Verdauung, Ausscheidung, Absonderung, Austreibung von Substanzen aus Höhlen. Die Reflexbewegungen (vergl. §. 501) werden ohne Zuthun des Willens durch die reflektirende Kraft des Hirns und Rückenmarks vermittelt. Die Muskeln sind in bestimmten Gruppen angeordnet; gewisse willkürliche Bewegungen werden daher durch diese Anordnung begünstigt, große Uebung erzwingt aber auch das beabsichtigte Zusammenwirken solcher Muskeln, die nur wenig Neigung zur Association haben; andererseits macht ein Ungeschickter mit einer beabsichtigten Bewegung andere unwillkürliche, indem er den Nerveneinfluß auf die allein erforderlichen Nervenfaser-Partien nicht isoliren kann. Wenig gebrauchte Muskeln verlieren an Bewegungsfähigkeit. Gähnen, Lachen, Schaudern erfolgen auf bloße Vorstellungen ohne direkten Willenseinfluß. Innere und äußere Einflüsse können die Muskelthätigkeit abnorm vermehren, wodurch Krämpfe entstehen, oder vermindern, auch ganz aufheben, wo dann Lähmung eintritt.

534. Durch die Muskeln kommen die verschiedenen Bewegungen des Stehens, Hüpfens, Gehens, Laufens, Kriechens, Kletterns, Schwimmens und Fliegens zu Stande, welche in vielfachster Abänderung die Thiere zeigen. Die Muskeln sind außerordentlicher Leistungen fähig; man denke an die ungemeine Stärke der Insekten beim Laufen, Fliegen, Springen, Fortschleppen der Beute; an die Schnabelstärke mancher Vögel, welche die härtesten Kerne aufbeißen, der großen Raubthiere, welche gewaltige Knochen zermalmen, wozu ein Druck von vielen hundert Pfunden nöthig ist. Auch die großen Fische entwickeln höchst bedeutende Muskelkraft und die Walfische zerschmettern mit einem Schlage der Schwanzflosse ein starkes Boot. Nach Versuchen in Berlin (1842) zog ein brauner Wallach (des Stallmeisters Sachse) auf gewöhnlichem Wege 96, auf sehr guter Chaussee 216, auf Eisenbahn 2640 Centner, die Schwere des Wagens mit eingerechnet und nur kurze Zeit. Auch beim Vogelflug wird sehr bedeutende Muskelkraft entwickelt; nach direkten Beobachtungen legen Brieftauben bis 65 Fuß in der Sekunde zurück, Falken 68 und mehr; die Geschwindigkeit des Adlers berechnet Prechtl auf 76'; für den vollkommensten Flieger, eine wahre Flugmaschine, erklärt derselbe jedoch den Condor. Auch manche Fische mit sehr vergrößerten Brustflossen können fliegen. — Nicht minder bewundernswerth ist die Schnelligkeit sich folgender Muskelkontraktionen, z. B. beim Fluge eines Insektes, beim Sprechen, Singen, beim Violin- oder Pianospiel der Virtuosen.

Allgemeinere Erscheinungen.

535. So verschieden sich auch das Leben der Thiere im Ganzen gestaltet, so trägt es doch die gemeinschaftlichen Merkmale der Metamorphose, steten Veränderung und Selbstbestimmung. Gleich dem Menschen durchlaufen die Thiere die Epochen der Jugend, des Mittelalters und Alters; unzählige Individuen werden aber schon früh eine Beute des Todes; die Elemente, die Thiere unter sich und vor Allen der Mensch unterhalten einen steten Vernichtungskrieg. Am leichtesten ist das Leben in früher Jugend zerstör-

Digitized by Google

bar, freilich aber in diesem Stadium auch mit kräftiger Bildungsfähigkeit ausgestattet. Die Reproduktion herrscht hier vor; in der spätern Zeit die Athmung und Bewegung, im Alter tritt das Nervensystem mehr in den Vordergrund. Auf der Höhe des Lebens, nach vollendeter Bildung des individuellen Leibes beginnt die Fortpflanzungs-Thätigkeit, womit zugleich auch eine Erweiterung der physischen Sphäre gegeben ist. Das Thier greift in dem ihm angewiesenen Gebiete zugleich bewegend und zerstörend, in selteneren Fällen auch fördernd in die organische Welt ein. Allmälig nimmt aber die Energie der Bewegungs- und Sinneswerkzeuge ab, die Gewebe werden trockener, die Reizbarkeit geringer, alle Lebensprozesse gehen mühsamer vor sich, das Benehmen wird verschlossener, grämlicher, die Einsamkeit mehr gesucht. Endlich erfolgt der natürliche Tod, wobei die Thiere sich verbergen, so daß man nur selten Thierleichen findet, — und der kunstreich gebildete Leib verfällt nun den Kräften der elementaren Natur, so daß von ihm, nachdem noch mancherlei Thiere daran gezehrt haben, endlich nur eine dunkelbraune Masse zurückbleibt, welche Kohle, Erde und Salze enthält und zuletzt zu Asche wird.

536. Die Dauer des Thierlebens ist ungemein verschieden. Manche Infusorien bleiben nur wenig Stunden oder Tage unverändert, haben aber eine Art Unsterblichkeit, indem sie sich fortwährend theilen, was ohne Zweifel auch ein Verjüngungsprozeß ist. Die einzelnen Polypen, die entwickelten Quallen leben wohl kaum über einen Sommer; die Mollusken, besonders die großen, scheinen sich ansehnlicher, z. Th. vieljähriger Lebensdauer zu erfreuen. Sehr viele Insekten leben im Larvenstande mehrere Jahre, dann tritt bei denen mit vollkommener Verwandlung das oft Monate lange, bei manchen Schmetterlingen sogar jahrelange Ruhestadium des Puppenzustandes ein; das aus diesem hervorgehende vollkommene Insekt (imago) lebt meist nur wenig Wochen oder Monate; bloß in einigen Fällen soll das Leben mehrere Jahre dauern, z. B. bei den Arbeitsbienen, sicher, weil hier nicht Fortpflanzung stattfindet. Dem Flußkrebse wird ein Alter von wohl 20 Jahren zugeschrieben; Fische können nach sicheren Beobachtungen (an Hechten und Karpfen) weit über ein Jahrhundert leben. Die kleinen Vögel und Säugethiere werden nur wenig Jahre alt; manche größere, wie Raben, Papageien, Schwäne sollen ein Alter von 100 Jahren und darüber erreichen; von Pferden kennt man Beispiele 60jährigen Alters, dem Elephanten will man, wohl übertrieben, 2—300 Jahre zuschreiben.

537. Das Wachsthum erfolgt durch Intussusception, indem von einer organisirten mit Nerven und Gefäßen versehenen Fläche alle Theilchen zwischen den Kapillaren und diese selbst sich vermehren und ausdehnen, oder durch Apposition, wobei von einer organisirten Fläche unorganisirte Schichtgebilde abgesetzt werden, z. B. Oberhaut, Haare, Nägel, Hörner. Bei manchen Thieren ist das Längenwachsthum wie beim Menschen in einer bestimmten Zeit vollendet (Mollusken, Insekten, Vögel, Säugethiere mit Ausnahme der Cetaceen ꝛc.), obschon das Wachsthum durch Apposition ununterbrochen fortdauert; bei anderen (Fischen, manchen Reptilien, den Cetaceen) dauert auch das Längenwachsthum das ganze Leben fort. Die Wiedererzeugungs-Kraft

Digitized by Google

verlorener Theile nimmt im Thierreiche nach oben ab; ein verstümmelter Polyp oder Seestern regenerirt sich binnen kurzer Zeit, Schnecken erzeugen (namentlich in wärmeren Gegenden) den abgeschnittenen Kopf, Krebse und Tritonen verlorene Glieder wieder. Im Jugendzustand ist die Wiedererzeugungs-Kraft größer. Die Thiere haben eigenthümliche Krankheiten, die bei ihnen seltener zur Genesung, als zum Tode führen; manche treten aus unbekannten Ursachen mit großer Intensität und über viele Individuen verbreitet auf (Epizootien). Manche thierische Krankheiten sind in gewissen Gegenden ganz unbekannt; so (nach Darwin) die Wasserscheu in Quito, Australien, dem Cap, den Azoren, auf Mauritius, St. Helena. Einige Krankheiten werden durch thierische oder vegetabilische Schmarotzer hervorgebracht; das den Seidenraupen so verderbliche Uebel Calcino oder Muscardine entsteht durch einen unter der Haut sich bildenden Schimmel, Botrytis Bassiana. Mißbildungen der verschiedensten Art sind meist durch abnorme Entwicklungs-Vorgänge begründet; seltener durch spätere schädliche Einwirkungen.

538. Die Thiere sind durch die besondere Beschaffenheit ihres so verschieden gearteten Nervensystems fähig, Vorgänge wahrzunehmen, z. Th. voraus zu empfinden, welche z. Th. dem Menschen verborgen bleiben. Man behauptet, daß namentlich die zur Atmosphäre in naher Beziehung stehenden Vögel bei Annäherung der Cholera manche Stadt verlassen, daß sie und andere Thiere Vorgefühl von Erdbeben hatten. Bekannt ist das verschiedene Benehmen des Wetterfisches, des Laubfrosches bei bevorstehender heiterer oder regnerischer Witterung; manche Menschen vermögen aus dem Benehmen der Ameisen auf 1—2 Tage die Witterung vorauszubestimmen, Andere wollen aus der Zeit und größerer oder geringerer Tiefe, in welcher sich die Insekten im Herbste zum Winterschlafe in die Erde vergraben, den frühern oder spätern Eintritt, die Milde oder Strenge der Winters vorausbestimmen.*)

539. Die Wanderungen werden z. Th. durch das Vorgefühl des Kommenden bestimmt und geleitet. Begründet sind sie (wie schon Cetti richtig bemerkt) meistens im Nahrungsmangel; bei dessen periodischer Wiederkehr erinnert sich das Thier der früheren Wanderungen und des gemachten Weges. Die Antilopen Afrika's wandern nach den Jahreszeiten hin und her, immer aus den dürren in die durch den Regen befruchteten Gegenden; die Thiere Nordasiens und Nordamerika's besuchen jeden Sommer die dem Eismeere näheren kühleren, von Bremsen freien Gegenden. Die Häringe kommen sowohl des Futters als des Laichens wegen an die südlicheren Küsten; die Wanderkrabben verlassen die Wälder, um am Meerstrand ihre Eier abzusetzen. In Virginien stellen sich in neuerer Zeit um die Reis- und Kornreife alljährlich Schaaren vor dem Anbau dieser Cerealien nicht gesehener Vögel ein; Kundschafter mußten

*) Um Lugano haben die Leute bedeutenden Abscheu vor der Natter, welche sie für giftig halten; allgemein ist auch der Glaube, daß, wenn eine auf der Erde oder auf einem Baum zum Vorschein kommt, dieß baldigen Regen bedeute. Als ich mit einem Bekannten an einem Augusttage 1849 durch einen Wald bei Lugano ging, wo eine Coluber natrix auf einem Baum sich zeigte, und es Nachmittags regnete, machte mich der Freund alsogleich auf diese „Bestätigung" der Volksmeinung aufmerksam.

Digitized by Google

die neu entstandenen Ernten entdeckt, und dieses ihren Völkern mitgetheilt haben. Die Robbenschaaren sollen ihren Strich nach dem viele Meilen entfernten Eise so richtig wie nach der Bousole einhalten. Merkwürdig in hohem Grade ist, wie Thiere früher nicht gemachte Wege finden; 4 Körbe mit 72 Stück in Brüssel ausgebrüteter, nach Genf gebrachter Brieftauben ließ man (1852) in Genf früh 5 Uhr fliegen; alle, bis auf eine, schlugen die Richtung nach Brüssel ein; die erste hier ankommende hatte den Weg in 13¼ Stunden zurückgelegt, die zweite brauchte ¾ Stunden mehr, die übrigen kamen erst folgenden Tages an, ein Drittheil blieb ganz aus.

d) Das psychische Leben der Thiere.

540. Das Seelenleben auch der höchsten Thiere unterscheidet sich von dem des Menschen wesentlich dadurch, daß es nur in und mit Bildern verkehrt, erzeugt durch die Vorstellungen bloß sinnlicher Gegenstände. Alle Vorstellungen eines nicht sinnlich Darstellbaren, so wie alle allgemeinen Begriffe sind der Thierseele, welche nur sinnlich erkennen kann, unzugänglich; sie ist darum auch wahren Denkens unfähig. Bilder solcher sinnlicher Gegenstände, die auf das Thier Bezug haben, oder in nähere Berührung mit ihm gekommen sind, bewahren sich in seiner Erinnerung auf, treten theilweise auch in Zusammenhang miteinander und bestimmen so das Benehmen des Thieres. Wahrheit, Schönheit, Weisheit ꝛc. existiren für das Thier nicht, weil es sich nie über die sinnliche Sphäre zu freier Betrachtung erheben kann. Es ist ein eben so großer Mißgriff der Vergangenheit, dem Thiere die Seele abzusprechen, als mancher Philosophen und Naturforscher neuerer Zeit, Thier- und Menschenseele im Wesen zu identifiziren, sie nur quantitativ verschieden zu erklären. Der Mensch besitzt schrankenlose Perfektibilität und hat sich aus eigener Macht zu bedeutenden Stufen der Einsicht und Kunst erhoben; die Thiere bleiben immer stabil und selbst die seit Jahrtausenden mit dem Menschen verbundenen haben keinen wesentlichen Fortschritt gemacht. Kein Thier hat je ein Gefühl von der Schönheit eines Kunstwerks oder von der Weisheit einer Natur- oder menschlichen Einrichtung gehabt; wenn das Thier die Augen zum Himmel richtet, so geschieht es nur etwa, um Mond und Sterne anzuheulen.

541. Auch sich selbst weiß das Thier nicht als freies Subjekt, als Ich, der Objektivität der Dinge gegenüber, sondern es hat von seinem Selbst auch nur eine sinnliche Vorstellung, es ist ihm ein Bild unter den anderen Bildern. Daher fehlt dem Thier auch der wahrhafte Verstand, welcher Begriffe von den Dingen zu bilden und sie in ihrer Trennung und gegenseitigen Beziehung denken, so wie die Vernunft, welche neben der Trennung der Dinge wieder die Einheit ihres innersten Wesens erkennen kann. Mit der Vernunft fehlt dem Thiere auch die Sprache im engern Sinn, als symbolische Ausdrucksweise; wohl aber besitzt es Sprache im weitern, uneigentlichen Sinn, Mittel sein Inneres nach außen hin zu offenbaren. Wenn sich das Thier mit seines Gleichen verständigen will, so geschieht dieses durch Pantomime oder Stimme; das Thier drückt, was es kund geben will, durch Gebärden,

Digitized by Google

Stellungen, Bewegungen aus, welche unmittelbar der Sache entsprechen, eben so mit der Stimme, die warnend, lockend, zornig, ermunternd klingt und in den gleich organisirten anderen Individuen dieselben Gefühle und Bilder erregt, daher von ihnen verstanden wird. Gleiches gilt von der Pantomime und Stimme des Menschen, namentlich des Herrn; weil aber liebkosende oder scheltende Worte wiederholt mit entsprechender Pantomime begleitet, in angemessenem Tone gesprochen wurden, so kann manches höher begabte Thier etwa auch den Sinn des Wortes merken, wenn später einmal die begleitende Pantomime fehlt, ohne daß reflektirendes Erkennen statt fände. Die Kunststücke, zu welchen man Thiere abrichten kann, sind auf ihr Gedächtniß gegründet, auf die Fähigkeit, die Bedeutung bestimmter Worte, Zeichen, Handlungen zu merken, nicht auf Reflexion. — Der Zeitsinn ist bereits bei manchen Thieren ausgebildet; manche Hunde unterscheiden genau bestimmte Wochentage; ebenso der Zahlensinn; Elstern und andere Vögel zählen bis 3 oder 4, Säugethiere schon weiter; so vermißte eine Maus das achte Junge, das man ihr absichtlich vorenthielt, nachdem man ihr sieben gegeben; endlich der Ortssinn, durch welchen z. B. die sibirischen Schlittenhunde die ferne Wohnung bei ganz verschneitem Wege finden.

542. Die Seelen der Thiere und deren Vorstellungsarten sind so verschieden, wie ihre Leiber. Ich verstehe aber unter Seele ein Immaterielles, obschon an den Stoff Gebundenes; nicht so, daß der Stoff aus sich selbst zur Darstellung einer innern Bilderwelt, zu Gedächtniß, Bewußtseyn, Willen komme, sondern so, daß im Stufengang der Welt immaterielle Prinzipien sich diejenige Kombination des Stoffes und Organisation erzeugen, welche zu ihrer leiblichen Erscheinung und zu ihrem Weltverkehr nothwendig und geeignet ist. — Durch den Bau des Leibes und die Beschaffenheit seines Nerven- und Sinnensystems ist jedes Thier in eine bestimmte Sphäre der Welt gesetzt, die es nach seiner Art fühlen und genießen kann; die für jede Gattung anderen Verhältnisse und Beziehungen zur Welt begründen deren bestimmte Triebe. Viele Handlungen der Thiere sind unmittelbare Folge der auf sie wirkenden Reize, welche ihre Triebe wecken, andere sind auf ferner liegende Zwecke gerichtet, für welche keine unmittelbare Erregung durch äußere Gegenstände vorhanden ist und welche deßhalb wie durch bewußtes Denken veranlaßt scheinen. Solche instinktive Handlungen erregten von jeher die Bewunderung und das Nachdenken der Menschen und gaben den einen Veranlassung, den Thieren Geisteskräfte zuzuschreiben, welche denen des Menschen gleich kommen, ja sie noch wegen ihrer Sicherheit übertreffen sollen, während Andere in ihnen nur die Wirkung desselben blinden Naturtriebes sehen, welcher den Krystall bildet, die Stoffe in bestimmten Verhältnissen sich kombiniren, die bewußtlose Pflanze wachsen läßt. Der Instinkt der Thiere hat mit diesen Vorgängen die Nothwendigkeit und Zweckmäßigkeit gemein, unterscheidet sich jedoch dadurch, daß er in einem seelischen Wesen und mit Beihülfe desselben wirksam ist; das Fühlen und Vorstellen des Thieres wirkt bei den instinktiven Handlungen mit, obschon das Thier hiezu durch Triebe angeregt wird, die in

Digitized by Google

seiner Organisation und seinen Beziehungen zur Welt angelegt sind. Während die zierlichen Gestalten der Infekteneier, Conchylienschalen u. s. w. durch den blinden Bildungstrieb zu Stande kommen, werden die Waben der Bienen, die Nester der Vögel ꝛc. schon mit Zuziehung der bewußten Sphäre des Thieres dargestellt und der Stoff hiezu von außen genommen; das Thier hat dunkle Gefühle und Ahnungen, welche es bestimmen, für einen Zweck zu arbeiten, der seiner eigenen oder der Erhaltung der Gattung dient; lassen sich solche Zwecke nur durch Vereinigung mehrerer oder vieler Individuen erreichen, so erfolgt temporäre oder dauernde Zusammengesellung, weil jedes für sich allein sich schwach und unvermögend *fühlt*.

543. Noch bedeutender macht sich die Betheiligung der bewußten Seelensphäre dann geltend, wenn *zufällige Modifikationen* der Handlungsweise nothwendig werden, z. B. bei Beschädigung des Baues eines Thieres, die ja unendlich verschieden seyn kann, oder bei Ueberwindung von gar nicht in der Natur der Sache liegenden Hindernissen*) — im höchsten Grade jedoch, wenn das Thier Handlungen aufopfernder Liebe gegen seines Gleichen übt oder sich ganz dem Menschen hingibt, ohne ihn nicht leben kann, wie z. B. Hunde, auch Katzen auf dem Grabe des Herrn starben. Man weiß von Pferden, welche anderen, deren Zähne ganz abgestumpft waren, das Futter vorkauten; Thiere nahmen sich sogar anderer, einer verschiedenen Gattung zugehörender an, welche ohne ihre Hülfe zu Grunde gehen mußten; hier wirkt das dunkle Gefühl der *Solidarität alles Lebendigen*, als eines von gemeinschaftlichen Interessen umfaßten, während in der Hingebung an den Menschen und der ihm dargebrachten Treue, — des Höchsten, wessen das Thier fähig ist, — die *Ahnung* leitet, daß im Menschen ein Höheres und Unterordnung unter dieses für das Niedrigere Gebot sey, was um so leichter erfüllt wird, wenn Liebe ein Band bildet. — In allen diesen Verhältnissen dämmert auch für das Thier ein Schein von Freiheit auf, während der Bildungstrieb ein ganz naturgebundener ist. Das Thier überhaupt kann aber um so weniger Freiheit haben, als seine Affekte an Zahl gering, eben deßhalb so stark und zwingend sind.

544 Von den tiefsten Formen jeder der großen Abtheilungen der Thierwelt findet zu den höheren und höchsten eine *Steigerung* physischer Fähigkeiten statt. Die Wasserbewohner jeder Reihe stehen auch in physischer Beziehung im Allgemeinen den Luftbewohnern nach. Mit dem Reichthum der Organisation nimmt der Reichthum der Gefühle und mit der vollkommenen Ausbildung des nächsten Seelenorgans, des Hirns, die Zahl der *Seelenbilder* zu, wie die Möglichkeit, diese zu assoziren und zu erneuern. Man darf hiebei aber nie vergessen, daß die reichere Entwicklung der Organisation selbst nur eine Folge des tieferen und reicheren Inhalts der *Idee*, des potentiellen Urkeimes ist, welcher jeder Thiergattung von ihrem Anbeginne her zu Grunde

*) Wie bei jenen Ameisen, die, um zu einer in einem großen Gefäß mit Wasser schwimmenden, zuckergefüllten Tasse zu gelangen, eine Kette aus ihren aneinanderhängenden Leibern vom Rande des Gefäßes durch das Wasser bis zum Rande der Tasse bildeten, über welche als Brücke die anderen hinüber gingen.

Digitized by Google

liegt, — daß aber die Seele, wenn sie sich vermöge ihrer Energie (die in jeder Gattung und innerhalb dieser wieder in jedem Individuum ihre bestimmte Größe hat) einen reicher gegliederten Organismus angebildet hat, der mit der Welt in vielfachere Wechselwirkung treten kann, von diesem auch Rückwirkung erfährt und ihre innere Welt vollständiger zu erfüllen vermag, — etwa einem Menschen vergleichbar, der mit vollständigerem Apparat arbeitet. Vermöge ihrer so außerordentlich verschiedenen Organisation werden die Thiere Gefühle und Vorstellungsarten haben, die dem Menschen verborgen sind und, so weit es ihre sonstige beschränkte Natur erlaubt, manche Eigenschaften der Dinge erfahren, die nicht zur Kenntniß des Menschen kommen.

545. Betrachtet man die Thierklassen von den Infusorien aufwärts, so findet man bis zu den kopftragenden Mollusken kaum Spuren bewußten Seelenlebens, und auch bei den höheren Gastropoden verhält sich die Seele noch dumpf und brütend, und alle Thätigkeit konzentrirt sich fast nur auf Nahrungsaufnahme und Fortpflanzung; die Schnecken gehören zu den gefräßigsten Thieren. Obwohl aber diese Klasse an äußerer Beweglichkeit und raschem Reaktionsvermögen manchen tieferen Formen, Würmern, Polypen, ja selbst einigen Infusorien nachsteht, so würde man sich doch täuschen, wenn man hier nur dem Schein trauen und jene Formen über die phlegmatischen Gastropoden stellen wollte. Deren vorsichtiges, bedächtiges Wesen, das beständige Herumfühlen und Schauen in Verbindung mit ihrer reichen Organisation lassen schließen, daß der Kreis ihrer Empfindungen keineswegs so eng gezogen sey; bedeutend höher dürften übrigens bereits die Kopffüßer stehen, wie überhaupt Raubthiere häufig in psychischer Rücksicht entwickelter sind, als Pflanzenfresser. Unter den Gliederthieren scheint den Insekten der Vorrang zu gebühren, obschon auch bei den kurzschwänzigen Krebsen (nach Krauß) viel Schlauheit und List gefunden wird, was z. Th. mit dem scharfen Gehör dieser Thiere in Beziehung steht; feinhörende Thiere aller Klasse zeichnen sich sehr oft durch Furchtsamkeit und List aus. Wenn Spinnen wirklich gezähmt worden sind, so daß sie ihren Herrn kennen lernten, so würde dieses bereits auf Gedächtniß schließen lassen. Unter den Insekten stehen die Hautflügler, namentlich die gesellig lebenden am höchsten; man braucht nur das Benehmen der Bienen, Wespen und Ameisen näher zu betrachten, um hievon überzeugt zu werden; die geschlechtslosen Ameisen, unaufhörlich regsam, immer sorgend, sind psychisch viel mehr entwickelt, als die Männchen und Weibchen. Bei allen Insekten, ganz vorzüglich bei den Ameisen, sind die Fühler nicht bloß viel gebrauchte Tastorgane, sondern dienen auch zu pantomimischer Verständigung der Individuen; wenn man der Bienenkönigin die Fühler abschneidet, so wird sie von ihrem Volke verlassen und verkriecht sich in einen Winkel, um zu sterben. Kunsttriebe, in den tieferen Klassen kaum vorhanden, sind bei den Spinnen und Insekten sehr häufig, und wenigstens bei letzteren wird auch das bewußte Seelenleben deutlicher. Phalangiden und Insekten spielen bisweilen mit einander, balgen, haschen sich, kämpfen um die Weibchen.

546. Beispiele vom Vorkommen des Gedächtnisses und dadurch möglicher

Digitized by Google

Zähmung kennt man aus allen Klassen der Wirbelthiere; lassen sich ja selbst Fische durch den Ton einer Glocke zur Fütterung locken; speziellere Instinkte und Kunsttriebe fehlen, mit Ausnahme der Vögel und mancher Nager (welche z. Th. Nester, denen der Vögel ähnlich, machen oder, wie der Biber, Bauwerke aufführen, oder doch Nahrungsvorräthe aufhäufen, wie Hamster ꝛc.) den Kopfthieren fast ganz. Die höhere Ausbildung des Gehirns macht eine konzentrirtere Thätigkeit bei ihnen möglich. — Die von Oken aufgestellte Parallele, nach welcher die Fische dem phlegmatischen, die Reptilien dem melancholischen, die Vögel dem sanguinischen, die Säugethiere dem choleriſchen Temperament entsprechen, ist im Ganzen nicht ohne Wahrheit; es waltet in jeder dieser Klassen das angegebene Temperament vor, obschon bei näherer Betrachtung sich in jeder alle Temperamente finden, nach dem allgemeinen Gesetze, daß das größere Ganze sich in jedem kleineren wiederholt. An Freßgierde und starker Fortpflanzung gehen die Fische den Mollusken noch vor; ihre Sinne sind schwach; sie scheinen noch mehr mit der Natur und ihren Perioden verbunden. Der Charakter vieler Amphibien ist lauernd und tückisch, was auch im Ueberfallen und Vergiften der Beute sich äußert; Muth und Kraft sind in dieser Klasse meist gering; lange, träge Ruhe wechselt mit kurzen, heftigen Bewegungen. Den freundlichsten Eindruck machen noch die Saurier; Schlangen wurden im Orient schon in ältester Zeit gezähmt und zu Kunststücken abgerichtet. Die Vögel verhalten sich etwa zu den Insekten, wie die Mollusken zu den Fischen; mit dem vorherrschenden Luftcharakter treten Bewegungs- und Wanderungssinn, mit dem sehr entwickelten Gehörorgan und Kehlkopf Gesang auf. Der Charakter des Vogels, welcher leicht zähmbar ist*) und verhältnißmäßig gut nachahmt, ist fröhlich und lebhaft, steht aber an Tiefe und Energie der Empfindung dem der Säugethiere nach.

547. Bei diesen sind die Individualitäten stärker markirt und die Leidenschaften kräftiger, die Kunsttriebe treten zurück, aber das Gedächtniß und mit ihm die Zähmbarkeit nehmen zu. Beispiele des Stolzes, der Eitelkeit (z. B. aufgeputzter Pferde), der Rachsucht kommen nicht selten vor. Bei den Säugethieren (z. B. Jagdhunden, Pferden) bemerkt man auch, daß erlernte Fähigkeiten sich auf die Nachkommen vererben. Die höchsten physischen Erscheinungen, deren die thierische Natur überhaupt fähig ist, kommen bei den Säugethieren vor, namentlich beim Hunde, Orang und jenem Naturwunder, dem Elephanten, der weder durch seinen Bau, noch durch seine Verwandtschaft (die Dickhäuter, zu denen er gehört, begreifen z. Th. die dümmsten und rohesten Säugethiere unter sich) die Feinheit der Empfindung, die Unterscheidungsgabe, die Selbstbeherrschung bei Wuthanfällen, die Anstelligkeit bei Arbeiten, welche man ihm erklären kann, und die Dankbarkeit vermuthen ließe, welche so viele Erfahrungen erweisen.

*) Es gibt ganz auffallende Beispiele von Kranichen und Störchen, ja selbst von Gänserichen; der Kamichi in Südamerika geleitet die Geflügelheerde wie ein Hund zur Weide und bewacht sie.

Digitized by Google

B. Vom Thierreiche.

d) Systematische Uebersicht des Thierreiches.

548. Die staunenswerth zahlreichen Formen der Thierwelt sind nicht, wie man dieses wohl früher glaubte, nach einem und demselben Grundplan, nach einem einzigen Typus gebaut, sondern nach mehreren, wodurch verschiedene große Abtheilungen oder Kreise entstehen, die jedoch nicht ohne allen Zusammenhang sind. Allgemeines Gesetz für jede dieser Abtheilungen ist wieder, daß die ihnen zu Grunde liegende Idee, von niedrigen Formen beginnend, sich in den verschiedensten Wendungen und Modifikationen, in der mannigfachsten Gruppirung der ihr zu Gebote stehenden Werkzeuge (Organe und Systeme) zu immer höheren erhebt, so daß sie zuletzt (wie es scheint) in ihrer vollkommensten Art sich ausdrückt. So geschieht es, daß, wenn man die Thiere eines höhern und eines niedrigern Typus mit einander vergleicht, die tiefsten Formen des erstern oft unvollkommener sind, als die höchsten des letztern; in jenen ist wohl die zu Grunde liegende Idee von höherer Dignität, aber die Ausführung in diesen ist so viel trefflicher, daß sie ungeachtet ihrer niedrigern Idee doch über jene zu stehen kommen. Die Biene z. B. gehört zum Kreise der Arthrozoa (Gliederthiere) und nimmt in diesem eine sehr hohe Stelle ein; das Neunauge (Pricke, Lamprete) gehört zum Kreise der Kopfthiere (Wirbelthiere), in welcher dieser Fisch eine der tiefsten Stellen einnimmt. Obschon nun die Idee eines Kopfthieres höher ist als die eines Gliederthieres, so ist die Verwirklichung dieser Idee im Neunauge eine so unvollkommene, daß dasselbe als ein mangelhaftes Thier gegen die Biene erscheint, deren Idee zwar niedriger, aber auf das Vollkommenste realisirt ist.

549. Man hat zur Eintheilung der Thierwelt die verschiedensten Wege eingeschlagen, in früherer Zeit nur die äußere Form berücksichtigt, mit der fortschreitenden Erkenntniß des innern Baues die verschiedensten organischen Systeme, Gefäße und Athmungswerkzeuge, Nerven-, Sinnes- und Bewegungsorgane. Da in den letzten zwei Jahrzehnten die Entwicklungsgeschichte der Thiere ausgebildet worden ist, so ist es kein Wunder, wenn man glaubt, nun in ihren Normen das einzig wahre Prinzip gefunden zu haben, denn immer glaubt das zuletzt erkannte, das jüngste Prinzip das vor allen berechtigte zu seyn. Wendet man aber dieses Prinzip konsequent an, so ergeben sich ebenfalls, wie bei jedem andern, Inkonvenienzen, Verstöße gegen das natürliche Anordnen und Gruppiren. So müssen die Gliederthiere wegen ihrer Entwicklung von den Würmern entfernt und nahe zu den Kopfthieren gestellt, die Cephalopoden von den Mollusken, mit denen sie doch so Vieles gemein haben, daß man sie bis dahin nur als eine Ordnung derselben betrachtete, weg und neben die Kopf- und Gliederthiere gestellt werden. Es scheint deßhalb angemessen (wie es auch z. Th. schon Cuvier gethan), nicht auf ein Prinzip allein sein Heil zu bauen, sondern alle zugleich zu berücksichtigen, und sie möglichst unparteiisch (so zu sagen) nach ihrem wahren Werthe zu schätzen, die Eintheilung der Thiere daher nicht auf dieses oder jenes System oder auf die Entwick-

Digitized by Google

lung allein, sondern auf die Gesammtorganisation zu gründen, wobei natürlich die wichtigeren Systeme und die Entwicklungsform größere Berücksichtigung als die minder wichtigen finden müssen, und auch die äußere Form Würdigung verdient.

550. Wie schon früher bemerkt, ist unsere einreihige Anordnung immer der Wahrheit der Natur mehr oder minder entgegen. Dieses zeigt sich sogleich, wenn es sich um Aneinanderreihung der großen Abtheilungen oder Kreise handelt. Die einen stellen die Glieder-, die anderen die Weichthiere höher, lassen bald diese, bald jene auf die Kopfthiere folgen, was dann vom bedeutendsten Einfluß auf das ganze System ist. Die Wahrheit ist wohl die, daß keiner dieser beiden Kreise unbedingt über dem andern steht; während bei dem einen die Bewegungsorgane mehr entwickelt sind, erlangen in den andern die Organe der Ernährung höhere Ausbildung; hinsichtlich des Nerven- und Sinnensystems nehmen die kopftragenden Mollusken wohl den gleichen Rang ein, wie die Insekten und Crustaceen. Jedenfalls stehen aber diese beiden Kreise höher als die übrigen Kreise der sogen. wirbellosen Thiere und von einer Gleichberechtigung dieser sämmtlichen Kreise, welche einige Zoologen behaupten, kann wohl nicht die Rede seyn. — Besondere systematische Schwierigkeiten bieten die erst in neuester Zeit mehr in Angriff genommenen bisherigen Klassen der Polypen, Quallen und Würmer dar; in den beiden ersteren hat man wunderbare Verhältnisse entdeckt, die bedeutende Aenderungen in der Eintheilung herbeiführen müssen, und die bisherige Klasse der verachteten Würmer hat solche Bereicherungen erhalten, eine solche Fülle verschiedenster Formen und merkwürdiger Lebens-Erscheinungen der Forschung dargeboten, daß man gegenwärtig einen eigenen Kreis aus ihr bildet.

551. Sehen wir auf die Gesammtorganisation, so zerfällt das Thierreich vor Allem in zwei Unterreiche, welche Zoidia und Zoa genannt werden mögen. Bei den Zoidien sind auch in den entwickeltsten Formen (denn diese sind die maßgebenden) kaum Spuren einer Differenzirung wahrzunehmen; ihre Substanz ist mehr oder minder homogen, empfindlich, kontraktil und dadurch beweglich, spezielle Organe fehlen fast ganz, namentlich Nerven- und Zeugungsorgane, hiemit auch Eibildung, weßhalb die Vermehrung nur durch Theilung, Knospenbildung, Blastien erfolgt. Hieher Infusorien und Rhizopoden. Im Unterreich der Zoen, zu welchem alle übrigen Klassen gehören, findet sich bei allen entwickelteren Formen eine deutliche Organisation mit den Hauptsystemen des Thieres, namentlich Nerven- und Zeugungsorganen, weßhalb bei allen Eier gebildet werden, obschon bei niedrigeren auch noch andere Vermehrungsweisen stattfinden. Es lassen sich nun zunächst drei Abtheilungen unterscheiden: Thiere, in welchen vorzugsweise der Rumpf, andere, in welchen die Glieder, zuletzt solche, in welchen der Kopf entwickelt ist; also Rumpfthiere, Gliederthiere, Kopfthiere. Kommt bei den ersten beiden auch ein Kopf vor (einer ungeheuren Zahl fehlt jede Spur desselben), so steht auch in den entwickeltsten Formen derselbe an Ausbildung und Gehalt dem Kopfe der obersten Abtheilungen ungemein nach; bei den Ringel-

Digitized by Google

würmern, deren erster Körperring gewöhnlich mehr entwickelt ist und Kopf genannt wurde, will man z. Th. denselben nicht mehr als solchen gelten lassen. —

552. Die Rumpfthiere, in welchen es nie zur Bildung wahrer artikulirter Glieder kömmt, sind nach verschiedenem Typus gebaut. Zuerst scheiden sich die Strahlthiere aus, in welchen die Organe mehr oder minder um ein Centrum gruppirt sind, wie bei den Blumenthieren, Quallen und Stachelhäutern, während in den übrigen Rumpfthieren eine Richtung vorwaltet, der Leib mehr oder minder gestreckt ist, gewöhnlich mit Gegensatz von vorne und hinten, links und rechts, oben und unten; eine Beziehung der Organe auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt ist hier nicht vorhanden. Die Rumpfthiere mit vorwaltender Längsrichtung theilen sich in solche, wo die Organe an den Seiten einer Längsaxe geordnet sind, wie im Kreise der Würmer, und in andere, wo deren Anordnung mehr oder minder in ihrer Regelmäßigkeit gestört, asymmetrisch ist; so im Kreise der Mollusken. Die Gliederthiere mit ihrem geringelten Leib bilden nur einen einzigen Kreis; ihre unterste Klasse, meist Wasserthiere enthaltend, athmet vorzugsweise durch Kiemen, ihre oberste, fast lauter Landthiere, durch Tracheen; die dritte hält in mehrfacher Beziehung die Mitte. Die Kopfthiere endlich vereinigen gewisse Merkmale der Rumpf- und Gliederthiere; es sind bei ihnen sowohl die Ernährungs- als die Bewegungsorgane hoch ausgebildet, aber in gewissen Schranken gehalten, und der bis dahin schwach organisirte Kopf erlangt wegen der höheren Entwicklung des Hirns und der Sinnesorgane erst hier seine wahre Bedeutung. Es scheint angemessen (wie Blainville längst vorgeschlagen), die bisherige Klasse der Amphibien in zwei Klassen zu trennen, so daß sich folgende Anordnung des Thierreichs ergeben würde:

Erstes Unterreich. Zoidia.

Ohne Differenzirung im Organe und Systeme. Keine Eibildung.

Erster Kreis. Archezoa, Urthierchen.

1. Klasse. Infusoria, Infusorien.
2. „ Rhizopoda, Wurzelfüßer.

Zweites Unterreich. Zoa.

Mit spezieller Organisation. Vermehrung durch Eier.

A. Cormozoa, Rumpfthiere.

a) Anordnung der Organe strahlig.

Zweiter Kreis. Radiata, Strahlthiere.

3. Klasse. Anthozoa, Blumenthiere.
4. „ Acalepha, Quallen.
5. „ Echinodermata, Stachelhäuter.

b) Organe an den Seiten einer Mittellinie angeordnet.

Dritter Kreis. Vermes, Würmer.

6. Klasse. Ilingopoia,*) Wirbler.

*) ἰλιγξ, Wasserstrudel, Wirbel, ποιεῖν, machen, bewirken.

Digitized by Google

7. Klasse. Helminthia, Helminthen.
8. „ Annelida, Ringelwürmer.

c) Anordnung der Organe unregelmäßig.

Vierter Kreis. Mollusca, Weichthiere.

10. Klasse. Acephala, Muscheln.
11. „ Cephalophora, Schnecken.
12. „ Cephalopoda, Kraken.

B. Arthrozoa, Gliederthiere.

Fünfter Kreis. Articulata.

13. Klasse. Crustacea, Krebse.
14. „ Arachnida, Spinnen.
15. „ Insecta, Kerfe.

C. Cephalozoa, Kopfthiere.

Sechster Kreis. Vertebrata, Rückgratthiere.

16. Klasse. Pisces Fische.
17. „ Amphibia, Lurche.
18. „ Reptilia, Reptilien.
19. „ Aves, Vögel.
20. „ Mammalia, Säugethiere, Sucke.

Erstes Unterreich. Zoidia.*)

Thiere einfachster Art, aus kontraktiler, empfindender Substanz gebildet, kaum mit Spuren spezieller Organe. Pflanzen sich bei mangelndem Geschlechtsgegensatz nie durch Eier fort. Leben im Flüssigen.

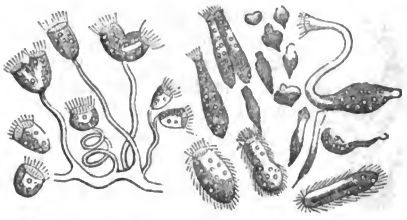
Erster und einziger Kreis: Archezoa, Urthierchen.

553. 1. Klasse. Infusoria, Infusorien. Meist mikroskopische Wesen des Meeres, Süßwassers, organischer Flüssigkeiten, durch schwingende Fäden oder Wimpern bewegt, von kleineren Thieren ihrer und anderer Klassen oder organischen Substanzen lebend. Pflanzen sich durch Theilung und innere Keime (Blastien) fort; eine Familie durch Knospen. 1. Ordn. Phytozoidia. Sehr kleine, oft grün und rothgefärbte, thierisch bewegliche Wesen, meist durch schwingende Fäden am Vorderende, selten durch Wimpern am Körper bewegt, die einfachsten ohne besondere Bewegungsorgane. Eine Anzahl dieser Formen äußert thierisches Leben nur in gewissen Umständen, und nimmt dann Pflanzennatur an, so daß immer thierische und vegetabilische Generationen abwechseln. 1. Fam. Vibrionida, Zitterthierchen. Hieher Bacterium Termo, dessen Anfänge auf $^1/_{8000}$‴ heruntergehen. 2. Fam. Sporozoidia. Hieher die thierisch belebten Keime und Zustände einer Anzahl von Algen; unter anderen Hysginum nivale, den rothen Schnee der Alpen und H. pluviale, den sogen. Blutregen der Ebenen

*) Der Raum erlaubt nur einige der merkwürdigsten Sippen anzuführen. Manche hier genannte Formen finden sich bereits in der Geologie, §. 295—316 abgebildet. — Ueber Infusorien, Wurzelfüßer und Räderthierchen wolle man mein Werk: „Zur Kenntniß kleinster Lebensformen nach Bau, Funktionen, Systematik. Mit 17 Tafeln in Farbendruck, Bern 1852,“ vergleichen.

Digitized by Google

darstellend. 3. Fam. Filigera, Volvox, Gonium, Dinobryon, Monas, Euglena (E. viridis färbt die Pfützen häufig grün, E. sanguinea roth), Cryptomonas, Peridinium. 2. Ordn. Ciliata, Wimperthierchen, mit den Familien Actinophryina, Ophryocercina, Colepina', Euplotina, Cobalina, Oxytrichina, Trachelina, Decteria, Paramecina, Bursarina, Urceolarina, Vorticellina etc. Die einen haben nicht schwingende, wenig kontraktile Wimpern oder Fäden, so die Actinophryina, wozu das Sonnenthierchen, Actinophrys sol, die andern besitzen schwingende Wimpern. Seit langem bekannt sind die Glockenthierchen, Vorticella, das Pantoffelthierchen, Paramecium Aurelia, das Schwanenhalsthierchen, Trachelocerca Olor etc.



Gruppen von verschiedenen Infusorien in der Theilung.

554. 2. Klasse. Rhizopoda, Wurzelfüßer. Thierchen von sehr kontraktiler Substanz, nackt oder mit Horn- und Kalkschalen durch veränderliche Fortsätze sich bewegend. Im Meer- und Süßwasser. In der Ordn. Monosomatia stellt jedes Thierchen eine ungetrennte Masse dar; nackt ist die Familie der Wechselthierchen, Amoebina, mit Schale versehen die der Arcellina, Kapselthierchen. — Die Ordn. Polysomatia begreift Meer-bewohnende Wurzelfüßer, mit Kalkschalen, gewaltige Gesteinmassen, z. B. den Nummulitenkalk bildend, deren Leib in eine Anzahl Abtheilungen geschieden ist, welche auf die verschiedenen Kammern ihrer porösen Kalkschale vertheilt sind.

Zweites Unterreich. Zoa.

Mit spezieller Organisation, Geschlechtsgegensatz und Eibildung.

A. Cormozoa, Rumpfthiere.

a) Anordnung der Organe strahlig.

Zweiter Kreis. Radiata, Strahlthiere.

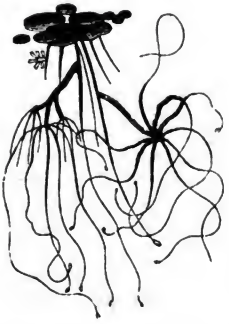
555. 3. Klasse. Anthozoa, Blumenthiere. (Der größte Theil der bisherigen Phytozoa oder Polypen.) Leib walzig, weich, sehr kontraktil, am Fußtheil meist festgewachsen. Haben einen Kranz von Fühlfäden um den Mund, von dem ein Schlund beginnt, welcher in einen gesonderten Magen führt, der nach unten gegen die allgemeine Körperhöhle offen ist; in letzterer liegen die Geschlechtswerkzeuge. Sind gesellige, organisch verbundene, hornige oder kalkige Korallenstöcke bildende Meerthiere. Bei der Ordn. Hexactinia, sechsstrahlige Blumenthierchen findet man die Fühlerzahl der entwickelten Thiere und die Strahlen in den Zellen ihrer kalkigen Korallenstöcke im Multiplum der Zahl sechs; hieher alle Riffe-bildenden Korallen. Man unterscheidet die Fam. Madreporina, Astreina, Fungina etc. Eine zweite Ordnung bilden die Pent-

Digitized by Google

Korallenstamm

actinia, fünfstrahlige Blumenthierchen, wo Fühler und Körperstrahlen in einem Multiplum der Zahl fünf vorhanden sind. Ihre Haut ist lederartig, sie bilden keinen Korallenstock. Hieher die Actinina, Seenesseln. Die Ordn. Octactinia, achtstrahlige Blumenthierchen, hat nie mehr als acht Fangfäden um den Mund; hieher Tubiporina, Orgelkorallen, Gorgonina, Alcyonina, Pennatulina, Seefedern, Lucernarina.

556. 4. Klasse. Acalepha. Quallen. Sie umfaßt Thiere meist des Meeres, welche in ihrem unvollkommenen oder Ammenzustande den Blumenthieren täuschend ähnlich sind, aber keine Geschlechtsorgane und keinen gesonderten Nahrungskanal besitzen, so daß die allgemeine Körperhöhle zugleich Verdauungshöhle ist. Aus dieser niederen Form der Armpolypen geht durch Knospenbildung die Quallenform hervor (vergl. §. 528), die meist an der Unterseite ihres oft scheiben- oder glockenförmigen, gallertartigen, durchsichtigen Körpers einen centralen Mund haben, der in eine Magenhöhle führt, aus welcher strahlenartige Kanäle nach der Peripherie führen. Hieher die Familie der Hydrina, Armpolypen, welche das Süßwasser bewohnen, mit wunderlichen Angel- und Gift-



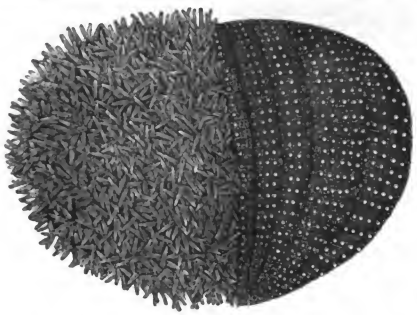
Vorübergehende Colonie von Hydra viridis.

Scheibenqualle (Pelagia).

Digitized by Google

organen verſehen ſind und die man als auf niedriger Stufe ſtehen bleibende Akalephen anſieht; dann die ſämmtlich das Meer bewohnenden Tubularina. Campanularina, Medusina, Oceanina, Aequorina, Rhizostomida etc. Zweifelhaft hinſichtlich ihrer Natur ſind noch die Siphonophora, Röhrenquallen und Ctenophora, Rippenquallen; C. Vogt (Zoolog. Briefe, I. Band) ſtellt erſtere als eigene Klaſſe neben die Acalepha (von ihm Hydromedusae, Quallenpolypen genannt), und will die letztere ſogar als beſondere Klaſſe dem Kreis der Molusken einverleiben. Alle Akalephen erzeugen entweder keine oder ganz dünne, papier- oder kruſtenartige Korallenſtöcke.

557. 5. Klaſſe. Echinodermata, Stachelhäuter. Haut lederartig dunkel, mit einzelnen Kalkablagerungen oder einer geſchloſſenen, oft zierlich getäfelten Kalkſchale. Bewegen ſich kriechend mittelſt zahlreicher vorſtreckbarer Füßchen. Um den Schlund ein Nervenring. Geſchlechter getrennt. Auch in dieſer Klaſſe herrſcht Generationswechſel. Nur im Meere. In der Ordn. der Stellerida, Seeſterne, iſt der Leib ſcheibenförmig, etwas plattgedrückt, in Strahlen getheilt. Die jetzt faſt ganz unterge-

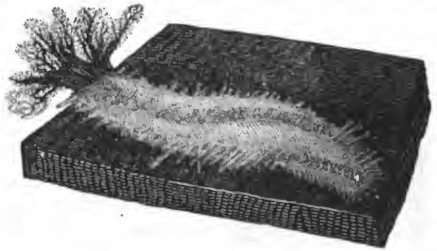


Seeigel.

Asteropecten.

Digitized by Google

gangene Familie der Encrinoidea, Lilienſterne, begreift Formen, wo derſelbe meiſt auf einem langen, beweglichen Stiel ſaß, der unten im Meeresgrund befeſtigt war; die Haarſterne, Comatulina, haben zehn gefiederte Arme, Mund und After getrennt, und in der Jugend einen Stiel, die eigentlichen Seeſterne, Asteroida, haben meiſt von der Körperſcheibe nur unvollkommen getrennte Arme; bei den Meduſenhäuptern, Euryalida, ſind die Arme veräſtelt, bei den Schlangenſternen, Ophiurina, lang und einfach. In der Ordn. der Seeigel, Echinina, iſt der Körper kugelig, ellipſoidiſch, oft etwas platt, ungetheilt; ſie haben einen deutlichen Darm. Familien ſind Ganymedida, Echinida, Spatangida. Zahlreiche Spezies kommen foſſil vor. Die Ordn. Holothurina, Seewalzen, hat einen geſtreckten walzigen Körper; fußlos ſind die Synaptida, mit Füßchen verſehen die Holothurida.

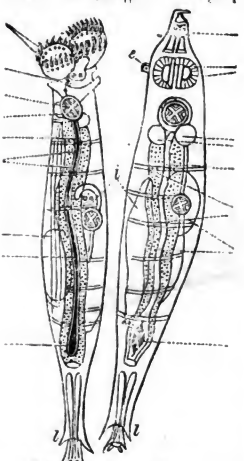


Holothurie (Pentacles) mit ausgeſtreckten Tentakeln und Füßchen

b) Organe zu beiden Seiten einer Mittellinie angeordnet.

Dritter Kreis. Vermes, Würmer.

558. 6. Klaſſe. Ilingopoia, Wirbler. Habitus bald polypenbald mehr wurmähnlich; am Vorderende mit wirbelnden Wimpern beſetzte Arme oder Höcker, zwiſchen welchen der Mund, in den die zur Nahrung dienenden kleinen Thierchen durch die erregten Waſſerwirbel geſtürzt werden. Bei den freien dienen die wirbelnden Wimpern zugleich zur Ortsbewegung. Auf den Mund folgt ein muskulöſer Schlund, auf dieſen ein Magen und Darm, der ſich bald vorne neben dem Fühlerkranz, bald am Hinterende öffnet. Die Bewegung des farbloſen Saftes, welcher die Stelle des Blutes vertritt, wird durch ſchwingende Wimpern (Bryozoa) oder eigene Zitterorgane (Rotatoria) bewirkt. Einzelne Nervenknoten, farbige als Augen gedeutete Punkte. Geſchlechter meiſt getrennt, Eier ziemlich groß; kleine Thiere des Meeres oder Süßwaſſers, geſellig oder einzeln lebend; die geſelligen des Meeres



Räderthier, Rotifer.
A. mit ausgebreitetem, *B.* mit eingezogenem Räderapparate (*b. b.*) *f.* Darmkanal

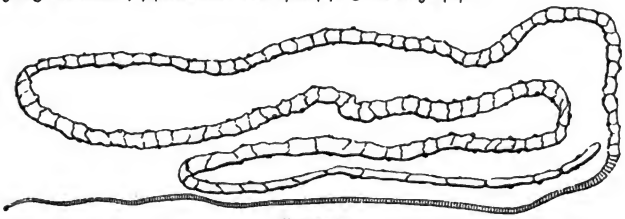
Digitized by Google

und einige wenige des Süßwassers vermehren sich auch durch Knospenbildung und viele bilden Polypenstöcke. 1. Ordn. Bryozoa, Moosthiere. Gesellig lebend, Habitus polypenähnlich. Korallenstöcke pergamentartig, hornig, kalkig, aber immer zart. Die Milleporina, Escharina im Meere, die Halcyonellina im Süßwasser. — 2. Ordn. Rotatoria, Räderthiere. Meist einzeln lebend und wenn gesellig, nicht organisch verbunden; Habitus wurmähnlich. Mikroskopisch kleine Thierchen meist der Süßwasser, mit schwanzförmigem Anhang und flimmernden Wimpern am Vorderende, die selten an polypenähnlichen Armen, meist auf muskulösen Vorsprüngen stehen. Schlund, Magen und Darm sehr gut ausgebildet; Afteröffnung am Hinterende des Körpers. Ein oder mehrere meist rothe Punkte oben im Nacken oder an der Stirne hält man für Augen. Sind wahrscheinlich getrennten Geschlechts; Eier groß, sehr wenig zahlreich. Manche leben aus der Vertrocknung wieder auf. Die Fam. Chaetobrachia hat am Vorderende mehrere Borsten-tragende Arme; Stephanoceros, Floscularia. Die anderen Familien besitzen wimpernde Cilien auf eigenen Muskelfortsätzen (sogen. Räderorgane). Involuta, Brachionaea, Philodinaea (zu diesen das gemeine Räderthier, Rotifer vulgaris), Euchlanidota, Hydatinaea.

559. 7. Klasse. Helminthia, Helminthen. Leib von verschiedener Gestalt, nackt, mehr oder minder rauh, nie mit Bewegungsborsten versehen. Nervensystem oft unvollkommen, manchmal ganz fehlend. Einige erscheinen durch Runzelung der Haut geringelt. Die darmlosen ernähren sich durch Einsaugung mittelst der Haut, andere besitzen einen Darm, z. Th. ohne After. Das Athmen geschieht durch die Haut, seltener durch Kiemenbläschen; ein deutliches Gefäßsystem ist nur bei höheren Formen da. Die niedrigsten sind geschlechtslos, bei den höheren sind die Geschlechtsorgane meist an zwei Individuen vertheilt, selten in einem vereinigt. Ordn. Nematoidea, Fadenwürmer. Leib cylindrisch, gestreckt, oft ungemein verlängert, Darm röhrenförmig, ohne (bei Gordius) oder mit After (bei den übrigen). Bei einigen hat man einen Schlundring und zwei seitliche Nervenstämme, nebst zwei nach der Länge des Körpers verlaufenden Gefäßen gefunden. Geschlechter getrennt. Fam. Anguillini, Gordiacei, Ascarides, Strongylides, die letztern beiden leben in thierischen und menschlichen Eingeweiden. — Ordn. Acanthocephala, Dornenköpfe. Hieher bloß die Fam. Echinorhyncha, Kratzer. Ligulina, Riemenwürmer. — Ordn. Certoidea, Bandwürmer. Würmer, meist aus Ringen (oft in ungeheurer Zahl) bestehend mit hermaphroditischen Geschlechtswerkzeugen. Ordn. Sipunculina. Leib walzig, meist nackt, selten mit unbeweglichen Borsten verversehen. Von Nerven unterscheidet man Schlundring und Bauchstrang; Darm gerade oder gewunden. Hieher unter Andern der von den Chinesen als Leckerbissen verzehrte Trepang, Sipunculus edulis. Fam. Caryophyllina, Nelkenwürmer, Taenioidea, eigentliche Bandwürmer; am bekanntesten die im Menschen hausenden Bothriocephalus latus, breiter Bandwurm und Taenium Solium, Kettenwurm. Die sogen. Blasenwürmer, Cystica, sind monströse Formen von Taenioideis. — Ordn. Trematoda, Saugwürmer. Körper platt, kurz mit eigenthümlichen Kalkkörperchen in der weichen Haut und mehreren Saugnäpfen

Digitized by Google

zur Anheftung an die Thiere, in und an welchen sie schmarotzen. Haben einen Mund und Schlund, der in einen gabligen, meist blind geendigten Darm übergeht. Zwei durch einen Faden vereinigte Nervenknötchen, zwei Gefäßstämme. Sind Hermaphroditen, die aber auch durch Knospung sich vermehren. Viele müssen zu ihrer höhern Ausbildung aus den Thiergattungen, in welchen sie den Embryonenstand durchlaufen, in andere übergehen. In thierischen Eingeweiden lebt die Familie der Colacina (Distoma, Tristoma, Polystoma) frei im Wasser die mit Flimmerwimpern über die ganze Haut versehenen Planarioidea, Sohlenwürmer, und Nemertina, Schnurwürmer, und dann die Fam. Hirudinea, Egel, deren Haut stark querrunzelig, mit Länge- und Ringmuskelfasern versehen ist. An Vorder- und Hinterende befindet sich ein Saugnapf, Gefäß- und Nervensystem sind sehr entwickelt, die Geschlechtswerkzeuge hermaphroditisch. Einige leben frei im Wasser und saugen das Blut der Thiere (Hirudo medicinalis und officinalis werden zu Blutentziehungen gebraucht), andere schmarotzen an Wasserthieren; jene haben Augen, die letzteren nicht. — Die Gregarina, einzellige Würmer, scheinen nur embryonische Formen zu seyn.



Bandwurm.

Blutegel.

560. 8. Klasse. Annelida, Ringelwürmer. Leib meist langgestreckt, walzig, selten platt, aus einzelnen, mehr oder minder deutlichen Ringen zusammengesetzt, auf welche sich innerlich die verschiedenen Organe so vertheilen, daß fast jeder Ring gleichwerthige enthält. Die höheren mit deutlichem Kopf, der einen Hirnknoten enthält, Sinnesorgane, Fühlfäden, Mundtheile trägt. Körper mit Fußstummeln, Stacheln und Borsten zur Bewegung versehen; Haut nackt, behaart oder geschildet. Nervensystem sehr ausgebildet mit Hirnknoten und deutlicher Ganglienkette. Viele haben Augen und einige auf den Gehirnknoten kleine Bläschen, vielleicht Gehörorgane. Darm gewöhnlich gerade. Die Mehrzahl besitzt Kiemen von baumartig verästelter Gestalt an Kopf oder Rücken, andere athmen durch die Haut oder den Darm. Gefäßsystem wohl entwickelt mit rothem, seltener gelbem oder grünem Blute. Geschlechter getrennt; die Organe entwickeln sich bei vielen nur periodisch, so daß sie außer der Fortpflanzungszeit geschlechtslos erscheinen. Bei manchen kommt auch Theilung und Sprossung vor. Ordn. Lumbricina, Regenwürmer.

Digitized by Google

Ohne Kopf. — Ordn. Somatotoma oder Naidina; kleine Würmchen des Süßwassers mit Kopf und Augen, außer Eiern auch durch Theilung und Knospung sich vermehrend. — Ordn. Tubicola, Röhrenwürmer. Ohne gesonderten Kopf; am Vorderende mit Büscheln kontraktiler, z. Th. gefiederter Fäden (oft von außerordentlicher Länge) zum Tasten und Ergreifen der Beute. Athmen durch baumförmige Kiemen; die an Kopf, Rücken oder an der Seite stehen, leben im Meere und erzeugen Röhren (aus Kalk, horn- und pergamentartigem Stoff, oder aus fremden zusammengeklebten Körpern), in welchen sie wohnen. Fam. Serpulina, Hermellina. — Ordn. Dorsibranchia, Rückenkiemer. Kopf meist deutlich, mit Fühlern und Augen, Körper mit Fußstummeln, Kiemen zu beiden Seiten des Rückens in Büscheln. Bei der Fam. Arenicolina fehlt der Kopf; A. piscatorum, häufig an den europäischen Küsten, dient als Köder beim Fischfang. Andere Familien sind die Polyophthalmida (mit Augen am Kopf und längs dem ganzen Rücken), Amphinomina, Nereida.

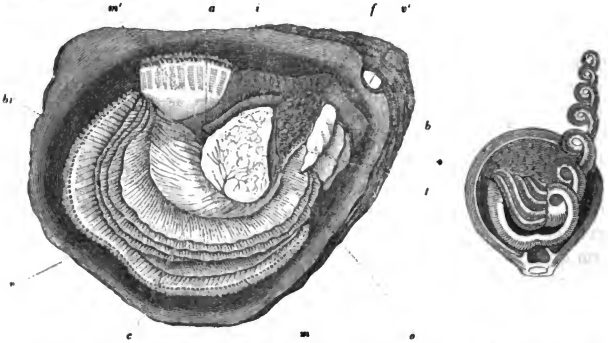
c) Anordnung der Organe unregelmäßig.

Vierter Kreis. Mollusca, Weichthiere.

561. 9. Klasse. Acephala, kopflose Weichthiere. Nie ein gesonderter Kopf. Leib von einem weiten Hautsacke umgeben oder von zwei Kalkschalen bedeckt. Darm mehr oder minder entwickelt; Leber stets vorhanden. Sie athmen durch Kiemen und besitzen ein Herz, welches das Blut durch ein deutliches Gefäßsystem oder nur durch wandungslose Kanäle und Zwischenräume der Organe treibt. Sind hermaphroditisch oder getrennten Geschlechts, pflanzen sich durch Eier fort und leben in ihrer großen Mehrzahl im Meere, wenige im Süßwasser. Ordn. Tunicata, Manteltiere. Leib von einem weiten, aus stickstoffloser Holzfaser (Cellulose) gebildeten Mantel umgeben, meist unförmlich, unregelmäßig walzig, oval oder warzenförmig, unsymmetrisch. Das Nervensystem besteht aus einem einzigen Knoten, auf dem ein Auge aufsitzt. Darm unvollkommen. Gefäße fehlen fast ganz. Sind Hermaphroditen, leben einzeln oder gesellig und bewohnen das Meer. Fam. Ascidina, einfache Seescheiden, Botryllina, zusammengesetzte Seescheiden, Lucia, ebenfalls zusammengesetzte Thiere umfassend; es gehören hieher die Feuerwalzen, Pyrosoma, die gallertartige, oft fußlange, prachtvoll in verschiedenen Farben leuchtende Körper bilden; Salpina, bei diesen kommen kettenbildende und einsam lebende Individuen vor; letztere pflanzen sich nur durch Knospen, erstere außerdem auch durch Eier fort. — Ordn. Brachiopoda, Armfüßer. Muschelähnliche Meerthiere mit zwei Kalkschalen. Leib von einem in zwei Blättern getheilten Mantel bedeckt; die innere Schichte jedes Blattes stellt eine Kieme dar. Am Munde zwei spiralig aufrollbare Arme (woher der Name) die zum Oeffnen der Schalen dienen. Darm gewunden, Leber groß. Zwei Herzen und ein Arteriensystem; das Venenblut sammelt sich im Eingeweidesack und tritt von diesem aus in die Herzen. Sind wahrscheinlich Hermaphroditen, und entweder mit einer ihrer Schalen oder durch einen besondern Stiel an Felsen ꝛc. befestigt. Beide Schalenhälften ungleich, rechte (untere) kleiner, linke (obere) innen mit zahnartigen

Digitized by Google

Vorsprüngen, zur Stützung der Arme. Sehr zahlreich in früheren Erdaltern, jetzt untergeordnet. Fam. Orbiculina, Terebratulina, Lingulina, vielleicht auch die nur fossil vorkommenden Rudista. — Ordn. Pelecypoda seu Conchifera, Beilfüßer, Muscheln. Leib (eigentlich Eingeweidesack) von der Seite zusammengedrückt, von zwei nach unten hin meist freien, nach oben angewachsenen Mantelblättern bedeckt; die nach außen die zweiklappige Kalkschale absondern, welche mittelst quer durch den Eingeweidesack hindurch, von einer Schale zur andern gehender Muskeln geschlossen, durch die Elastizität des starken sehnigen Schloßbandes geöffnet werden. Am Bauche eine fleischige Verlängerung. Der Fuß zur Bewegung dienend. Nervensystem aus mehreren Knoten gebildet. Besitzen Gehörorgane, manche auch Augen am Mantelrande. Mund unbewaffnet; der Darm geht durch das Herz, welches einfach ist. Zwei Kiemenblätter zwischen Mantel und Bauchsack. Geschlechter getrennt. Die meisten im Meere; manche eßbar. Fam. Ostreina (wozu die eßbare Auster, Ostrea edulis) Pectinida, Chamida, Aviculida (Avicula oder Meleagrina margaritifera liefert die orientalischen Perlen), Mytilida, Najades (hieher unsere Flußmuscheln, Anodonta und Unio; von U. margaritiferus die europäischen Perlen), Cardiacea, Mactrida, Teredina.



Auster, Ostrea.

Die rechte Schale ist entfernt, ebenso auch der größte Theil des rechten Mantellappens, dessen Rest bei *m'* umgeschlagen ist. *v* linke Schale mit dem Ligament *v'*, *m* linker Mantellappen, *i* Labiallappen, zu den Seiten des Mundes *b*, *br.* Kiemen, *c* Schalenmuskel, *i* Darm mit Leber, *f*, und After *a*, *o* Herz.

Terebratula,

in der einen Schale liegend.

562. 10. Klasse. Cephalophora, Schnecken. Kopf meist mehr oder minder deutlich, nur in einigen niedersten Formen kaum angedeutet. Schale einfach. Die den Körper umgebende Haut (Mantel) bildet meist eine Nackenfalte (Kapuze), welche beim Zurückziehen des Kopfes über diesen zusammengezogen werden kann und deren wulstiger Saum vorzüglich die Schale absondert, die meist spiralgewunden, selten napfförmig, oder aus Schienen zusammengesetzt ist. Die Land- und viele Wasserschnecken kriechen mittelst einer fleischigen Sohle (Fuß), einige schwimmen durch Bewegung von Hautlappen. Der Schlundring

Digitized by Google

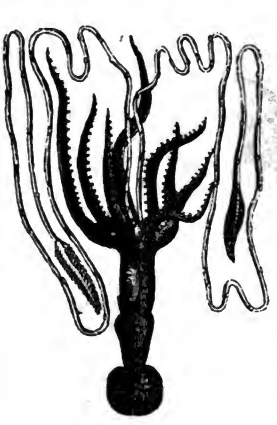
zeigt bei allen vollkommneren eine gehirnartige Verschmelzung von Ganglien; außerdem finden sich Nervenknoten im Körper zerstreut. Die Mehrzahl hat zwei Augen an den Fühlern oder im Nacken und sehr einfache Gehörorgane. Verdauungsapparat wohl entwickelt; viele haben einen bewaffneten Mund; zum Athmen dienen Kiemen oder Lungen. Herz einkammerig; das Venenblut sammelt sich meist in wandungslosen Kanälen. Die Meerschnecken sind getrennten Geschlechts, die meisten Süßwasser- und Landschnecken Hermaphroditen. Ordn. Pteropoda, Flossenfüßer. Kopf mancher undeutlich, an ihm oder am Vorderende flügelartige Fortsätze zum Schwimmen. Erfüllen in zahllosen Schwärmen die Meere, wo sie z. Th. als Futter der größten Seethiere dienen. Die Fam. Hyalaeacea hat eine Schale, die Clioidea sind schalenlos. — Ordn. Heteropoda, Kielfüßer. Körper glasig durchsichtig, am Bauche mit kielartiger Flosse zum Schwimmen, welches verkehrt geschieht, die Flosse nach oben gewendet. Nur im Meere. Fam. Atlantina, Firolina; vielleicht hieher auch Sagitta. — Ordn. Gasteropoda, Bauchfüßer. Dieses sind die ausgebildetsten Schnecken welche auf einer fleischigen Bauchsohle kriechen und meist eine spiralgerollte Kalkschale haben, die manchmal sehr klein ist, einigen im entwickelten Zustande gänzlich fehlt, aber wenigstens bei den Embryonen vorhanden ist. Diese zierlichen, oft schön gefärbten Kalkschalen und die der Pelecypoda bilden unsere Conchyliensammlungen. Durch Kiemen athmen die Fam. Bullina, Blasenschnecken, Aplysina, Seehasen, Eolidia, Doridia, Pleurobranchida (z. Th. von sehr niedriger Organisation), Ancylida, Patellina, Napfschnecken, Dentalina, Vermetina, Capulina, Paludinida, Cerithiina, Strombida (Flügelschnecken) Ovulina, Coniina (Kegelschnecken), Volutina (Walzenschnecken), Buccinina, Neritina, Janthinida und die in ihrem Bau von den übrigen sehr abweichenden Chitonida, Käferschnecken, sämmtlich das Meer bewohnend, mit Ausnahme der Ancylida und Paludinida, welche im Süßwasser leben. Die folgenden Familien haben eine Lungenhöhle und athmen Luft. In Sümpfen leben die Lymnaeina, im Moose, auf Wasser- und Landpflanzen die Auriculina, Cyclostomida, Ampullarina, Helicina (zu diesen die gemeine, häufig verspeiste Rebschnecke, Helix Pomatia) und die fast schalenlosen Limacina, Nacktschnecken.

Gewöhnliche Teichhornschnecke, Lymnaeus stagnalis.
a. Fuß.

563. 11. Klasse. Cephalopoda, Kopffüßer, Kraken. Körper mehr oder weniger walzig, mit abgesondertem Kopf, der von langen und starken Fangarmen umgeben ist. Der Eingeweidesack steckt in einem weiten Mantel, der nur unten offen ist, wo das zum Athmen dienende Wasser zu den Kiemen tritt, und in die sogen. Trichter ausmündet. Die muskulösen Fangarme, oft

Digitized by Google

mit Saugnäpfen oder Haken besetzt, dienen zum Gehen, welches den Kopf nach unten, geschieht und unterstützen die Thiere auch beim Schwimmen. Mund mit schnabelförmigen Hornkiefern bewaffnet; am Schlund manchmal ein Kropf, Magen groß, Darm ohne Windungen. Auf jeder Seite eine oder zwei Kiemen. An jeder Kieme ein das oxydirte Blut aufnehmendes Herz; die beiden Kiemenherzen treiben das Blut in ein mittleres Herz, aus dem ein oberer großer und unterer kleiner Arterienstamm entspringt. Das venös gewordene Blut sammelt sich (ohne Kapillargefäßsystem) in großen Sinus (Behältern), aus denen es ein großer mittlerer Venenstamm zu den Kiemen führt. Gewisse drüsenartige Massen an den großen Venenstämmen sind vielleicht Nieren; neben der Leber liegt der sogen. Tintenbeutel. Gehirn in eine Knorpelkapsel eingeschlossen; im Bauchsacke zwei kleinere Nervenmassen. Sehr starke Nerven gehen besonders zu den Fangarmen. Am Kopfe stehen zwei ungemein ausgebildete Augen; in einer Höhle, auf jeder Seite des Kopfknorpels liegt ein Gehörorgan. Geschlechter getrennt; bei einigen Gattungen die Männchen verkümmert, von den Weibchen in der Mantelhöhle getragen; die ausgebildeten Männchen besitzen ganz eigenthümliche Spermatophoren. Haut mit eigenthümlichen kontraktilen Farbenzellen versehen, durch welche diese Thiere ihre Farben nach den Seelenstimmungen und in Beziehung zu Beleuchtung, Tiefe oder Seichtigkeit des Wassers ꝛc. chamäleonartig ändern können. Manche besitzen äußere Schalen, welche ein- oder vielkammerig sind und in der Rückseite des Mantels Knochen- oder Knorpelstücke als Stützpunkte der Muskeln. Raubthiere des Meeres, in der Vorzeit in unermeßlicher Mannigfaltigkeit und Fülle vorhanden, jetzt viel sparsamer. Trüben das Wasser mit dem braunschwarzen Saft des Tintenbeutels, um sich Nachstellungen zu entziehen; dieser Saft dient zum Malen (Sepia). Ordn. Tetrabranchiata, Vierkiemer. Zwei Kiemen auf jeder Seite. Fangarme in zahlreiche Fühlfäden aufgelöst. Schalen vielkammerig; die letzte Kammer nimmt das Thier auf. Hieher die Nautilina (Nautilus Pompilius, der Perlmutternautilus im indischen Ocean) und Ammonitina, (jetzt untergegangen). Ordn. Dibranchiata, Zweikiemer. Die Fam. Spirulina hat eine kleine vielkammerige Schale, die aber das Thier nicht aufnimmt, sondern im Mantel steckt. Sepiaria, Tintenfische, schalenlos, zehnarmig; hieher die Sippen Loligo (Kalmar), Loligopsis. Belemnitides, Donnerkeile, jetzt untergegangen. Octopodina, acht Arme; das Papierboot, Argonauto Argo aus dem Mittelmeere steckt in einer papierdünnen weißen Schale; Eledone, Octopus sind schalenlos.



Loligopsis.

Digitized by Google

B. Arthrozoa, Gliederthiere.
Fünfter Kreis. Articulata.

564. 12. Klasse. Crustacea, Krufter. Leib mehr oder minder gestreckt, mit verwachsenem oder deutlich abgesetzten Kopf, der oft seine Zusammensetzung aus drei Ringen erkennen läßt, von denen bisweilen der erste, die Augen tragende beweglich ist. Bei manchen sind auch Brust und Hinterleib geschieden, bei andern verwachsen oder bestehen ohne bestimmte Gränze zwischen ihnen aus gleich gestalteten Ringen. Am Kopf (oder wenn dieser mit der Brust zu einem cephalothorax verwachsen ist, am Kopftheil dieses) stehen (oft gestielte) Augen und 2—4 gegliederte Fühler; unten die Mundtheile, bestehend in einer Anzahl von Kieferpaaren, deren hintere unmerklich in Füße übergehen. Die Zahl dieser letzteren wechselt in dieser Klasse außerordentlich; sie nehmen sehr verschiedene Formen an, sind Gangfüße, Flossenfüße, Klammerfüße, Raubfüße; manchmal sitzen unter den Bauchringen noch gegliederte Anhänge, sogen. falsche Füße. Stets eine am Bauche liegende Ganglienkette, vorne ein Schlundring mit mehr oder weniger entwickeltem Hirn. Augen bald einfach, unbeweglich, bald zusammengesetzt, und zwar mit getrennten Hornhäuten oder gemeinschaftlicher fazettirter cornea; die zusammengesetzten Augen sind beweglich oder nicht. Hör- und Riechorgane sind bis jetzt nur bei den zehnfüßigen und zwar erstere im Wurzelglied der großen, letztere in dem der kleinen Fühler entdeckt. Darm meist gerade, Magen bei den höheren bewaffnet, Leber deutlich. Das am Rücken liegende Herz treibt das Blut in den niedrigeren aus einer vordern Oeffnung in die Körperräume und nimmt es durch eine hintere wieder auf; bei den höheren sind wenigstens Arterien vorhanden, aber Venen fehlen, so daß das in großen Behältern gesammelte Venenblut nach den Kiemen und von hier in den Herzbeutel strömt, aus dem es durch mehrere Spalten in das Herz eindringt und bei dessen Kontraktion in die Arterien ausgetrieben wird. Das Athmen geschieht meist durch Kiemen, nur in einer Ordnung durch Tracheen. Geschlechter (mit Ausnahme der hermaphroditischen Cirripedien) getrennt, bei den höheren Männchen größer, bei manchen Schmarotzern viel kleiner als die Weibchen. Einige parasitische Formen durchlaufen eine rückschreitende Metamorphose, wobei sie unvollkommener werden, Augen, Gehör (selbst den Hirnknoten) und die Bewegungswerkzeuge einbüßen, mittelst ihrer Klammerfüße an den Trägerthieren festsitzen und nur zum Saugen an diesem und zur Fortpflanzung fähig sind. Die Mehrzahl der höchst zahlreichen, ungemein verschieden organisirten Formen dieser Klasse im Meere, eine Minderzahl im Süßwasser oder an feuchten und dunkeln Orten auf dem Lande. — 1. Unterklasse. Poecilopoda. Mit Kopfbrustschild, Bauchschild und spießförmiger Verlängerung nach hinten. Mundtheile fehlen, zum Kauen dienen die gezahnten Wurzelglieder der Gangfüße. Ordn. Xiphosuria. Hieher der molukkische Krebs, Limulus moluccanus. — 2. Unterklasse: Suctoria. Schmarotzerkrebse mit saugenden Mundtheilen. Ordn. Natantia, Schwimmende. Hieher die Lernaeina oder Fischläuse, die in ihrer rückschreitenden Metamorphose z. Th. Würmern ähnlich werden, und die Siphonostomata (Argulus, Caligus etc.). — Ordn. Gra-

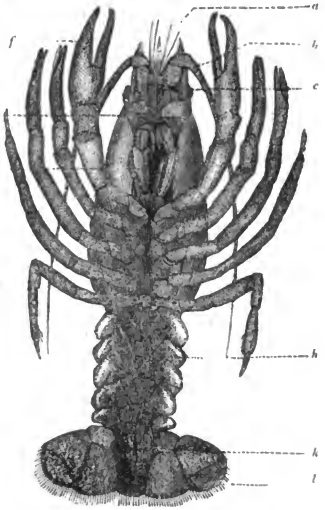
Digitized by Google

dantia, Gehende. Fam. Araneiformia. Hieher die noch zweifelhaften spinnenähnlichen Kruſter des Meeres: Nymphon, Phoxichilus, Pygnogonum. — 3. Unterklaſſe. Maxillosa, Kruſter mit Kiefern. Ordn. Trilobita, Paläaden, Trilobiten. Kruſter der älteſten Formationen, an denen ſich ein Kopf-, Bruſt- und Schwanzſchild unterſcheiden läßt; am Kopfſchild ſieht man zwei große halbmondförmige Augen; hatten wahrſcheinlich Floſſenfüße und konnten ſich zuſammenrollen. Fam. Isotelia, Calymenia, Ogyga, Battoida. — Ordn. Branchiopoda. Haben an der Bruſt blattartige, häutige Kiemenfüße. Hieher die Fam. Phyllopoda (Apus, Branchipus) und Daphnidia, Waſſerflöhe. — Ordn. Entomostraca. Mit zwei bis höchſtens fünf Paaren zweiſpaltiger Schwimmfüße; Bauch wenig entwickelt. Bedeckungen häutig oder ſchwach hornig. Halbmikroſkopiſche Krebschen der Süßwaſſer. Fam. Cyproidea und Copepoda.. — Ordn. Cirripedia, Rankenfüßer. Sonderbare Meerkruſter mit rückſchreitender Metamorphoſe, in der Jugend beweglich, den Entomoſtraceen ähnlich, ſpäter auf lederartigen Stielen feſtſitzend, von Kalkſchalen umgeben, mit ſechs Paaren vielgliedriger rankenartiger Bewegungsorgane. Fam. Balanina, Seeeicheln, Lepadicea, Entenmuſcheln. — Ordn. Laemodipoda. Kopf cylindriſch, mit vier Fühlern. Hinterleib bis auf ein kleines Knöpfchen verkümmert; meiſt ſieben Fußpaare mit einſchlagbaren Hacken. Die Fam. der Cyamida, Walfiſchläuſe, ſchmarotzt auf großen Cetaceen; die Caprellina leben auf Meerpflanzen. — Ordn. Myriapoda, Tauſendfüße. Leib langgeſtreckt, linear, platt oder walzig, aus zahlreichen Ringen beſtehend, ohne Trennung von Bruſt und Bauch, mit zahlreichen Füßen; Kopf deutlich abgeſetzt mit zwei Fühlern. Athmen allein unter allen Kruſtern durch Tracheen, ſind getrennten Geſchlechts und leben unter Steinen, Moos, Rinden, in der Erde. Die Fam. Chilognatha hat an jedem Ring zwei Fußpaare und deren Zahl ſteigt, da die Ringe ſehr zahlreich, oft über 100 Paare. Fühler kurz. Iulus. Polydesmus. Die Chilopoda haben an jedem Ring ein Fußpaar; Leib flach gedrückt, Fühler lang. Laufen ſchnell. Geophilus, Scolopendra; die großen Spezies der heißen Länder wegen ihres Biſſes gefürchtet. — Ordn. Isopoda, Aſſeln. Leib oval, wenig gewölbt, Kopf abgeſetzt mit vier oder zwei Fühlern. An jedem der ſieben Bruſtringe ein Fußpaar. Die Bopyrina und Cymothoida ſchmarotzen an Seekrebſen und Fiſchen; die Oniscida an feuchten Orten auf dem Lande; manche waren ſonſt unter dem Namen Millepieds offizinell. — Ordn. Amphipoda, Flohkrebſe. Kleine, ſehr ſchnelle, faſt ſämmtlich die See bewohnende Thiere mit getrenntem Kopf und meiſt vier Fühlern. Die 6—7 Bruſtringe tragen meiſt einfache Füße mit Kiemenblaſen am Grunde, der Hinterleib Schwimmfüße und mancherlei Anhänge. Fam. Hyperina, Gammarina; Gammarus pulex, der Flohkrebs im Süßwaſſer. — Von den Trilobiten an haben alle Ordnungen ſitzende Augen, weßhalb man dieſe Kruſter Edriophthalma nennt; die beiden folgenden beſitzen geſtielte Augen, heißen demnach Podophthalma. — Ordn. Stomatopoda. Körper länglich, Cephalothorax kurz; der erſte Kopfring geſondert, vier Fühler und langgeſtielte Augen tragend; 7—8 Paar eigentlicher Füße, die vorderen Raub-, die hinteren

Digitized by Google

Schwimmfüße; an der Wurzel der Füße stehen Kiemen. Körperbedeckung zart hornig, manchmal ganz durchsichtig. Nur im Meere. Fam. Bipeltata und Unipeltata; zu letzterer der Heuschreckenkrebs, Squilla Mantis. — Ordn. Decapoda, zehnfüßige Krebse. Die höchst ausgebildeten Thiere ihrer Klasse. Leib länglich oder viereckig, manchmal walzig mit Kalkpanzer. Kopf und Brust ganz verwachsen; vier Fühler, zehn wahre Fußpaare, die ersten oft in Scheeren ge-

Scolopendra.



Flußkrebs.

a. a. innere Antennen, *b. b.* äußere Antennen mit dem Gehörorgan, *c. c.* Augen, *d.* in den Basalgliedern, *e* letzte Beikiefer (Anhänge des dritten Brustringes), *f—g.* fünf Beinpaare (Anhänge der fünf Abdominalsegmente), *h.* Afterfüße des Postabdomen, *l.* Schwanzflosse (letztes Afterfußpaar), *k.* After.

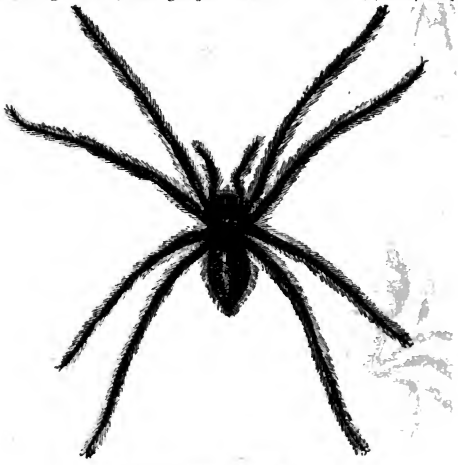
Telphusa.

Lepas
nach Entfernung der einen Schale

Digitized by Google

endigt; unter dem Cephalothorax die Kiemen; Hinterleib abgesetzt, unten mit Flossenfüßen. Meist im Meere; wenige im Süßwasser oder feuchten Wäldern. Fam. Macroura, langschwänzige; hieher unser Flußkrebs, Hummer, Langouste. Brachyura, Kurzschwänzige, Krabben, so die Meerspinne, Taschenkrebs, Wanderkrabbe ꝛc.

565. 13. Klasse. Arachnida, Spinnenthiere. Der fühlerlose Kopf mit der Brust meist verwachsen, 2—12 einfache Augen, die Mundtheile und unten (bei den ausgebildeten) nie mehr und nie weniger als acht Gangfüße tragend. Hinterleib mit dem Cephalothorax verbunden oder getrennt. Mundtheile stets zum Verletzen eingerichtet, aus vorderen lancettförmigen, verschiebbaren Theilen, aus Scheeren oder Basalstücken mit scharfem beweglichen Hacken bestehend, die mit Giftdrüsen in Verbindung stehen und hinter welchen dann scheeren- oder tasterartige Kiefer und wulstige Lippen zum Saugen stehen. Gehörorgane bis jetzt nicht gefunden, obwohl die Spinnen hören sollen. Zum Athmen dienen Luftröhren oder Lungen. Herz, wo vorhanden, schlauchförmig, die Arterien mit offenen Mündungen endigend, Venen fehlend. Geschlechter getrennt; Verwandlungen durchlaufen nur einige niedere Formen, die anderen kommen in ihrer bleibenden Gestalt aus dem Ei. Knoten der Ganglienkette wenig zahlreich. Wohl die unheimlichste aller Thierklassen; die großen und mittleren Raubthiere, die kleinsten häufig Schmarotzer. Ordn. Holetra; Kopf, Brust und Hinterleib verwachsen. Meist kleine Thierchen, z. Th. parasitisch lebend und dann bisweilen zu niederen wurmähnlichen Bildungen herabsinkend. Fam. Tardigrada, Simonina, Acarina (Käsemilbe, Krätzmilbe), Phalangida. — Ordn. Pedipalpia. Bauch geringelt, in seiner ganzen Breite an den Cephalothorax befestigt.



Winkelspinne, Tegenaria.

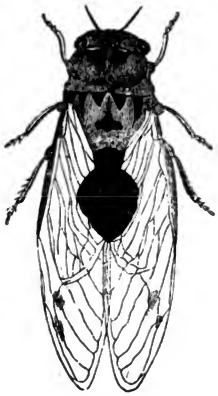
Digitized by Google

Taster fuß- oder scheerenförmig. Fam. Chelifera (Bücherskorpion), Solpugina, Scorpionida (Giftdrüsen hier im letzten Schwanzglied, schon in Südtyrol und der italienischen Schweiz Scorpio europaeus), Thelyphonida. — Ordn. Araneina, Spinnen. Ein ungegliederter Bauch, durch einen Stiel am Cephalothorax hängend. Taster fußförmig. Haben zum Athmen Tracheen in der Brust und Lungen am Anfang des Bauches. Im Leibe Spinndrüsen, deren Saft durch sehr komplizirte Spinnwarzen am Hinterleibe entleert wird und zur Verfertigung der Netze oder einzelnen Fäden ꝛc. dient, wobei die kammartig gezähnten Fußklauen von wesentlichem Nutzen sind. Fam. Mygalida, Vogelspinnen, Tubitela, hiezu die gemeine Winkelspinne), Inaequitela, Orbitela (hieher die Kreuzspinne), Laterigrada, Citigrada (Tarantel ꝛc.), Saltigrada.

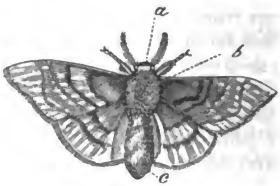
566. 14. Klasse. Insecta, Kerfe. Kopf, Brust und Bauch getrennt; ersterer trägt zwei (vielgestaltige) Fühler, die vielleicht die Funktionen des Tastens und Riechens mit einander vereinen, zwei zusammengesetzte und meist noch 2—3 einfache Augen und die bald zum Kauen, bald zum Saugen gebildeten Mundtheile. Brust aus drei Ringen gebildet, wovon ersterer oft frei, die letzten zwei mit dem Bauche verwachsen sind; jeder Brustring trägt unten ein Fußpaar (alle Insekten haben nicht mehr und nicht weniger als drei Fußpaare), während sich an der Rückenseite der Brust meist 1 oder 2 Flügelpaare entwickeln. Am Ende des Hinterleibes verschiedene auf die Fortpflanzung bezügliche Apparate. Die Ganglienkette besteht in den unvollkommenen Zuständen aus mehr, in den vollkommeneren aus weniger Knoten. Von Sinnesorganen sind bei einigen noch Hörwerkzeuge aufgefunden; zum Tasten dienen die Fühler und die an den Unterkiefern und der Unterlippe sich entwickelnden Palpen. Allgemeine Bedeckung aus Chitin gebildet, meist hornartig; als Entwicklung des Hautskelets finden sich häufig Haare, Borsten, Schüppchen. Verdauungsapparat wohl ausgebildet; häufig unterscheidet man Schlund, Kropf, Vormagen, Magen, Dünn- und Dickdarm. Statt der Leber Gallengefäße. Athmen durch Luftröhren; über Gefäßsystem und Blutbewegung s. §§. 478, 527. Geschlechter getrennt; bei manchen Gattungen gibt es noch geschlechtslose Individuen, welches nur verkümmerte Weibchen sind. Bei Blattläusen kommt, wie §. 527 erwähnt wurde, geschlechtslose Zeugung vor. Ueber die Verwandlung vergl. §. 527. Die Insekten, die Luftthiere ihres Kreises, sind die zahlreichsten aller Thierklassen und erweckten durch die Zierlichkeit und Mannigfaltigkeit ihrer Bildung und ihrer Instinkte ꝛc. von jeher lebhaftes Interesse. A. Ohne Flügel. Ordn. Aptera, Flügellose. Nur einfache Augen. Mundtheile zum Saugen gebildet bei der Fam. Pediculina, zum Kauen bei den Mallophaga, Podurina, Lepismena. — B. Mit zwei Flügeln. Ordn. Diptera, Fliegen. Fast immer zwei Flügel am zweiten und zwei Schwingkölbchen am dritten Brustring. Fühler sehr verschieden gestaltet, lang oder kurz. Zwei sehr große zusammengesetzte und drei einfache Scheitelaugen. Die Mundtheile bilden einen Saugrüssel, der öfters durch scharfe lancettförmige (aus der Umwandlung von Kiefern hervorgegangene) Theile auch zum Stechen dient. Verwandlung vollkommen. A. Aphaniptera. Flügel fehlen. Hieher die Pulicida, Flöhe, welche wegen ihrer vollkommenen Verwandlung und son-

Digitized by Google

stigen Bildung nicht zu den Apteris gestellt werden dürfen. B. Pupipara. Parasitisch, z. Th. flügellos; die Larve kriecht im Mutterleibe aus und wird als Puppe geboren. Fam. Hippoboscina. C. Diptera genuina. a) Fühler immer länger als Kopf und Brust, vielgliedrig. Culicida, Tipularia. b) Fühler kürzer als Kopf und Brust, scheinbar dreigliederig. Athericera, Notacantha, Tabanida, Tanystomata etc. — C. Mit vier Flügeln. a. Mundtheile zum Saugen gebildet, Oberkiefer stets verkümmert. Ordn. Hemiptera, Halbflügler. Die Mundtheile bestehen aus einem einschlagbaren Schnabel, gebildet aus den zu Stechborsten umgewandelten Ober- und Unterkiefern, der eine Scheide darstellenden Unterlippe und einer schmalen Oberlippe. Stich durch den kaustischen Speichel, der in die Wunde einfließt, schmerzhaft. Flügel gewöhnlich in der Vierzahl; vorderes und hinteres Paar häutig oder das vordere durchaus oder nur in



Cicada.



Bombyx mori.
a. Kopf, b. Brust, c. Hinterleib.

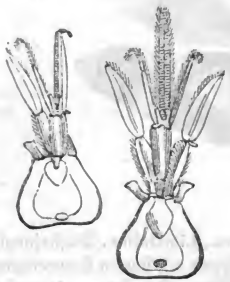
Puppe des Seidenspinners.

Raupe des Seidenspinners.

seiner Vorderhälfte pergamentartig, selten fehlen die Flügel ganz. Fühler klein. Fast immer zwischen den zusammengesetzten einfache, sogen. Nebenaugen. Fam. Coccina, Schildläuse (Coccus cacti, Cochenilleninsekt in Mexiko, den Carmin enthaltend) Aphidina, Blattläuse, Cicadaria, Cicaden (Männchen mancher mit Schwirrapparat), Hydrocorida, Wasserwanzen, Geocorida, Landwanzen. — Ordn. Lepidoptera, Schmetterlinge. Die (nur dem

Digitized by Google

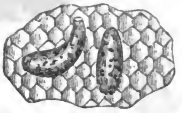
Weibchen einiger Nachtfalter fehlenden) Flügel von farbigen Schüppchen bekleidet. Die hohlen fadenförmigen Unterkiefer bilden einen spiralig aufrollbaren Rüssel. Fühler vielgliederig. Verwandlung vollkommen. Larven (Raupen) gestreckt, weich, bunt, nackt oder haarig, höckerig, dornig, mit sechs wahren und 2—5 Paar saugnapfartigen falschen Füßen. Sie sind sehr gefräßig, die Schmetterlinge genießen nur wenig Honigsaft. Es gibt in dieser Ordnung keine wahren Wasser- und keine Raubthiere. Fam. Nocturna, Nachtschmetterlinge, (zu ihnen gehört der Seidenschmetterling, Bombyx mori.) Crepuscularia, Dämmerungsfalter, Diurna, Tagfalter. b. Mundtheile zum Kauen und Saugen gebildet. — Ordn. Hymenoptera, Immen. Oberkiefer stark, hornig, zum Kauen, Unterkiefer schwach, häutig, manchmal eine Scheide um die verlängerte Unterlippe (Zunge) bildend, womit sie Honigsaft schlürfen können. Flügel glasartig durchsichtig mit sehr charakteristischen Adern. Weibchen am Ende des Hinterleibs mit Legeröhre oder Stachel. Verwandlung vollkommen, Larven fußlos (nur bei denen der Blatt- und Holzwespen mit 6 wahren und saugnapfartigen falschen Füßen). Eine durch ihre Kunsttriebe, Gesellschaften ꝛc. sehr merkwürdige Ordnung. a) Mit Legbohrer, durch welchen die Eier gehen. Fam. Securifera, Blatt und Holzwespen, Entomophaga (Schlupf- und Gallwespen). b) mit Stachel, unter welchem die Eier vorkommen. Chrysidia, Goldwespen, Fodientia, Grabwespen, Heterogynia, Ameisen ꝛc. Vesparia, eigentliche Wespen, Apiaria, Bienenartige, wozu auch unsere Honigbiene, Apis mel-



Mundwerkzeuge der Honigbiene.

Vom Bauche aus gesehen. In der Mitte die Unterlippe mit ihren Theilen, zu den Seiten zunächst die Unterkiefer, sodann die Oberkiefer. Fig. *a* zeigt die Mundtheile der linken Seite zusammengelegt.

Puppe der Biene.



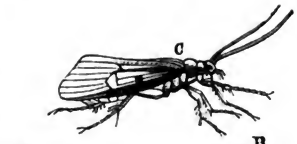
Zellen für die Königinnen (Weibchen) der Honigbiene.

Bienenlarven, in natürlicher Größe und vergrößert.

lifica, die auch über Amerika verbreitet ist; ihre Oekonomie wohl die sinnreichste aller gesellschaftlich lebenden Insekten. — c. Mundtheile nur zum Kauen gebildet. — Ordn. Neuroptera, Aderflügler. Körper gestreckt, Bedeckung

Digitized by Google

weich, Fühler mäßig oder sehr lang. Mundtheile schwach, bei einigen verkümmert, Unterlippe ungetrennt. Flügel gestreckt, mit zahlreichen, ein Netz bildenden Adern. Füße schwach. Verwandlung vollkommen. Leben als Larven meist im Wasser, wenigere auf dem Lande; die Mehrzahl von Raub. Phryganeina, Panorpina, Hemerobina, Raphidia, Myrmicoleonina. — Ordn. Dictyoptera, Netzflügler. Leib gestreckt, allgemeine Bedeckung mehr oder minder weich. Kopf ziemlich oder sehr groß, Fühler kurz, Mundtheile bei einigen sehr stark, bei anderen verkümmert; Unterlippe ausgekerbt oder gespalten. Flügel ausgezeichnet netzförmig. Füße schwach, ziemlich kurz. Verwandlung vollkommen; die ersten Zustände mancher werden im Wasser verlebt. Meist Raubinsekten oder sonst zerstörend. Physopoda, Psocina, Bücherläuse, Termitina, gesellige Insekten warmer Länder, durch ihre Verwüstungen berüchtigt; die Oekonomie und Vertheidigung wird angeblich durch die Larven besorgt, was

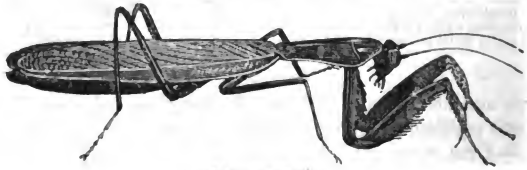


Phryganea.

A Phryganeenlarve mit Gehäuse; *B* siebförmig (zum Eintritt des Wassers) durchlöcherter Deckel des Gehäuses bei der Phryganeenpuppe; *C* ausgebildete Thiere.

Libellula.

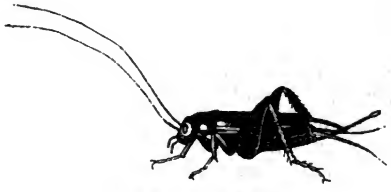
ganz ungewöhnlich wäre; Perlina, Ephemerina, Libellulina, Wasserjungfern. Ordn. Orthoptera, Geradflügler. Mund mit starken Kauwerkzeugen, bestehend aus einer Oberlippe, breiten gezähnelten Oberkiefern, Unterkiefern mit Palpen und oft noch schuppenartigem Anhang, nebst Unterlippe. Zusammengesetzte und einfache Augen, einfache Gehörwerkzeuge (§. 472.) Vier oft



Mantis religiosa.

Digitized by Google

gerade gestreckte Flügel; obere gewöhnlich derber. Hinterleib der Weibchen manchmal mit säbelförmiger Legescheide. Magen doppelt, Kaumagen mit Hornplatten bewaffnet, Chylusmagen schlauchförmig. Luftröhre ungemein entwickelt. Bedeckungen weich. Zerstörende, gefräßige Thiere (Wanderheuschrecke, Ackerwerre), welche nur auf dem Lande leben; viele mit Springfüßen. Gryllina, Acrydiota, Locustina, Phytiphaga (Phasma etc.), Mantidea, Blattina. Forficulina. — Rhipiptera seu Strepsiptera. Eine sehr kleine Ordnung, verkümmerte und anomale Formen umfassend. Schmarotzen auf Wespen und Bienen; die sehr kleinen Männchen geflügelt, Weibchen fühler-, fuß- und flügellos, fast nur einen Eierschlauch darstellend; die letzteren stecken mit dem Kopfe zwischen den Hinterleibsringen wespen- und bienenartiger Insekten, wobei ihr Leib in die Bauchhöhle von jenen hineinragt; Befruchtung findet durch eine Spalte hinter der Mundöffnung statt. Verwandlung (wenigstens der Männchen) vollkommen. Larven mit Füßen; kriechen im Mutterleibe aus. Fam. Xenida. — Ordn. Coleoptera. Käfer. Vorderflügel zum Fluge untauglich, hornige Schalen darstellend, unter welchen die Hinterflügel zusammengefaltet liegen. Fühler ungemein verschieden gestaltet, meist zwölfgliederig. Einfache Augen fehlen fast immer. Mundtheile ganz frei, nur zum Kauen eingerichtet; Oberkiefer stark, hornig. Der erste Brustring beweglich, groß; zwischen den Vorderflügeln (Flügeldecken) ein sogen. Schildchen. Hinterleib unbewaffnet. Füße mit 2—5 Zehengliedern. Verwandlung vollkommen. Larven fußlos oder mit sechs Füßen. Leben auf Pflanzen, im Mist, Pilzen, unter Steinen, Rinden, im Wasser, viele von anderen Insekten. Die zahlreichste Ordnung, wegen der Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit ihrer Formen am meisten gesammelt, wegen ihrer festen Bedeckungen leicht aufzubewahren. Erste Reihe: Polyphaga. Nähren sich in vollkommenem Zustande von organischen Stoffen verschiedenster Art, fast nie von lebenden Thieren. Fam. Grandipalpia, Rhynchophora (hieher schwarzer und rother Kornwurm, Haselnußkäfer, Brillantkäfer), Xylophaga. Bor-



Heimchen, mit Legestachel.

Carabus auratus.

kenkäfer), Longicornia Bockkäfer, Serricornia (Pracht- und Schnellkäfer), Malacodermata, Cantharidina (spanische Fliege), Stenelytra, Melanosomata, Taxicornia, Pseudotrimera, Phyllotrogea, Clavicornia, Lamellicornia (Maikäfer, Goldkäfer, Roßkäfer, Schröter). Zweite Reihe: Zoophaga. Verzehren als Larven und Käfer lebende Thiere, namentlich Insekten. Brachelytra, Pal-

Digitized by Google

picornia, Hydrocantharina (Schwimm- und Drehkäfer), Carabicina, Laufkäfer. — Wollte man nach der Verwandlung gruppiren, so könnten die Ordnungen so folgen: a) Ametabola, ohne Verwandlung; Aptera. b) Hemimetabola, mit unvollkommener Verwandlung; Hemiptera, Orthoptera, Dictyoptera. c) Metabolica, mit vollkommener Verwandlung; Diptera, Neuroptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Rhipiptera, Coleoptera.

C. Cephalozoa, Kopfthiere.

Sechster Kreis. Vertebrata, Wirbelthiere.

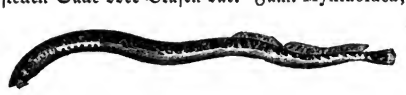
A. Embryonen durch Kiemen athmend.

a) Kaltblütige.

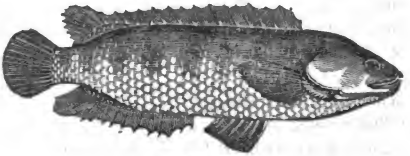
567. 15. Klasse. Pisces, Fische. Kaltblütige, durch Kiemen und ein Lungenrudiment athmende Wasserthiere mit einfachem Herzen. Kopf mit der Brust zu einem Cephalothorax verwachsen, so daß nur zwei Hauptabtheilungen, Kopfbrust und Bauch, unterschieden werden. Gestalt des Leibes sehr verschieden, vorherrschend spindelförmig, oft aber walzig, elliptisch, scheibenförmig, kugelig, nicht selten sehr grotesk, öfter von den Seiten als von oben nach unten zusammengedrückt. Die Flossen dienen mehr zur Erhaltung des Gleichgewichts, mit Ausnahme der Schwanzflosse, welche mit den großen seitlichen Muskelmassen die Fortbewegung vermittelt. Bei den fliegenden Fischen sind die Brustflossen so vergrößert, daß sie als Flügel wirken können. Der eigentliche Schädel ist sehr klein, Kiefer- und Kiemenpartie ungemein groß, meist beide Kiefer beweglich. Zähne sehr verschieden gebildet; meist am Zwischenkiefer, oft auch auf anderen Knochen, der Zunge, selbst im Schlund stehend; Sinnesorgane wenig entwickelt; keine Communikation zwischen Riech- und Athmungswerkzeugen, Gehörorgan in der Hirnhöhle liegend, Auge wenig beweglich. Der Brustkasten besteht wesentlich aus dem Athmungsapparat, namentlich den Kiemenbogen (an welchen die weichen Kiemenblättchen befestigt sind, auf denen sich die Blutgefäße verzweigen) und Kiemendeckel; das Herz, aus einer Vorkammer und Kammer gebildet, ist Venenherz. Der Bauchtheil wird durch die Wirbelsäule und Rippen gestützt, die Wirbel sind bikonkav, bei einigen sehr niederen Formen fehlt eine wahre Wirbelsäule und es bleibt durch das ganze Leben die im Embryo das Rückenmark umhüllende Scheide, die sogen. Rückensaite, chorda dorsalis. Fleisch meist weiß, oft fast gallertartig. Vorne in der Bauchhöhle liegt die Leber, unter ihr Magen, Pankreas und oberer Theil des Darms, oben neben der Wirbelsäule liegen die Nieren, zwischen ihnen die Schwimmblase, ein Lungenrudiment; weiter nach hinten der untere Theile des Darmes und die sehr großen Hoden und Eierstöcke. Die meisten Fische legen Eier; einige mit besonders langen Eileitern, in welchen die Brut während dem Durchgang aus den Eiern kriecht, gebären lebende Junge. Haut sehr selten nackt, meist von Schuppen, kleinen schichtweise wachsenden Knochenplättchen von sehr verschiedener Gestalt und Größe bedeckt; am Leibe beiderseits eine vertiefte Linie mit Schleimdrüsen. Die meisten im Meere, viel wenigere im Süßwasser, eine geringe Zahl in beiden zugleich. Die meisten nähren sich von thierischer Substanz. Nächst den Vögeln die zahlreichste Wirbelthierklasse; man nimmt gegen 8000

Digitized by Google

jetzt lebende Spezies an. — 1. Ordn. Leptocardia, Röhrenherzige. Kopf, Wirbelsäule und Herz fehlen, statt jener eine chorda dorsalis durch das ganze Leben, statt des Herzens pulsirende Gefäße; Blut farblos; Gehirn auf zwei Anschwellungen des Rückenmarks reduzirt, deren jede ein kleines Auge trägt. Mundhöhle mit Flimmerapparat zum Anziehen von Infusorien, Fam. Amphioxina; die einzige bekannte Form, Amphioxus lanceolatus, das allerniederste Wirbelthier, wurde früher für eine Schnecke gehalten. — Ordn. Cyclostomata, Ringmäuler. Leib wurmartig, Haut schuppenlos, Skelet knorpelig, statt der Wirbelsäule eine chorda; Schädel embryonal. Kiefer fehlen, die kreisförmig wulstigen Lippen bilden einen Saugmund. Die Kiemen stellen Säcke oder Blasen dar. Fam. Myxinoidea, Petromyzonida (Lampreten Pricken). — Ordn. Teleostei, Knochenfische. Skelet immer knöchern. Kiemen stets mit Deckel: der freie Theil der Kiemenhaut von Strahlen gestützt. Flossen zahlreich und wohl entwickelt. Hieher die große Mehrzahl der Fische, in welchen die meiste Regelmäßigkeit des Baues gefunden wird, obschon sie an Höhe der Organisation den folgenden Ordnungen nachstehen. Fam. Lophobranchii, Quastenkiemer (Seepferdchen, Seenadel), Plectognathi (Panzerfische, Hornfische, Igelfische), dann die in einer größern Abtheilung der Malacopterygii, Weichflosser, zusammengefaßten Fam. Siluroidei, Welse, Cyprinoidei, Karpfen, Esocei, Hechte, Clupeoidei, Häringe, Salmonoidei, Lachse, Anguillini, Aale, Gadoidei, Schellfische (hieher der Kabeljau, gemeine Schellfisch, Lot ꝛc.), Pleuronectides, Schollen, Seefische von höchst unregelmäßigem Bau und schmackhaftem Fleisch, Scomberoidei, Makrelen, Labroidei, Lippfische ꝛc. und die von Cuvier in seiner Ordn. Acanthopterygii, Stachelflosser begriffenen Fam. Aulostomata, Cataphracti (Seehähne, Stichlinge, Groppe), Percoidei, Barsche (Fluß- und Seefische von meist schmackhaftem Fleisch), Scianoidei, Sparoidei, Squamipennes, Teuthyes, Mugiloidei, Gobioidei, Anabaeni (hiezu der merkwürdige auf Bäume kletternde indische Anabas scandens), Pediculati, deren Mitglieder fast alle die See bewohnen. Ordn. Ganoidei, Schmelzschupper. Die niedersten Formen (z. B. Störe und viele urweltliche) noch mit Wirbelsaite und knorpeliger Schädelkapsel, dabei aber immer mit Kieferknochen, Kopf- und Stirnplatten, Kiemendeckel; die höheren Formen mit sämmtlichen Schädeldeckplatten, die höchsten mit knöchernem, wohlausgebildeten Schädel, doppeltkegligen, ja selbst mit Gelenkköpfen versehenen Wirbeln, wie sie die oberen Klassen der Wirbelthiere haben (so beim Knochenhecht, Lepidosteus). Bauchflossen immer weit



Lamprete.



Anabas.

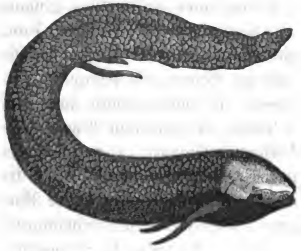
Digitized by Google

nach hinten am Bauche stehend. Darm mit Spiralklappe. Kiemen kammförmig, frei, mit einem einzigen Kiemenloch mit Deckel und strahliger oder (bis auf einen) strahlenloser Kiemenhaut. Eine in der gegenwärtigen Thierwelt nur noch in einigen Nachläufern vorhandene Ordnung. Die ersten Familien haben runde, dachziegelartig übereinander liegende Schuppen, wie die Knochenfische. Amyda, Holoptychina. Bei den folgenden (in den früheren Epochen der Erde ungemein verbreiteten) Familien sind die Schuppen rhomboidal und bestehen aus einer untern festen Knochenschicht und darüber liegendem Schmelz; Pycnodontides, Distichi, Dipterides (hieher z. B. Palaeoniscus, Amblypterus), Polypterides, Acanthodei. Bei den letzten Familien ist die Haut nackt oder mit großen Knochenschilden gepanzert. Sturioidei (Stör, Hausen); die Cephalaspides (ganz ausgestorben, lebten zur Zeit des alten rothen Sandsteins). — Ordn. Plagiostomata, Quermäuler. (Knorpelfische.) Skelet knorpelig; Schädel (bei fehlenden Deckplatten und Hautknochen) nur aus einer, Gehirn und Hörorgane enthaltenden Knorpelkapsel mit Vertiefungen für Augen und Riechorgane bestehend. Unterkiefer beweglich eingelenkt, bezahnt; die Zähne sind immer nur Entwicklungen der Schleimhaut der Kiefern. Haben stets Brust- und Bauchflossen, einen nackten oder mit (aus Zahnsubstanz bestehenden Körnchen und Haken besetzten Darm mit Spiralklappe. Kiemenblättchen durch häutige knorpelige Zwischenwände getrennt, so daß äußerlich gewöhnlich fünf Kiemenspalten sichtbar werden. Eier mit harter Hornschale; die meisten gebären aber lebende Junge. Nur im Meere; gefräßige, z. Th. sehr große, auch dem Menschen furchtbare Raubfische. Die Fam. Chimaerina. Seekatzen, hat noch eine ungetheilte Wirbelsaite. Die folgenden Familien besitzen entweder eine bereits getheilte chorda (wie der Haifisch Notidanus), oder eine Wirbelsäule (wie alle andern). Rajini, Rochen, Squalo-Rajini, Hairochen (hieher der Sägefisch, Pristis antiquorum), Squalini, Haie.

568. 16. Klasse. Amphibia, Lurche. Kaltblütige Wirbelthiere, von fast immer nackter Schleimhaut bekleidet, im vollkommenen Zustande stets durch Lungen oder durch Lungen und Kiemen athmend, mit einem Herzen aus zwei Vorkammern und einer Kammer gebildet. Leib bald wurm- bald eidechsenähnlich oder kurz, breit, schwanzlos, mit zwei und vier oder ohne Füße. Einige behalten ihr ganzes Leben lang eine Wirbelsaite, andere doppeltkegligе Wirbel wie die Fische, noch andere (Molche) artikulirte Wirbel mit Gelenkköpfen. Rippen fehlen. Gehirn gestreckt, Ganglien desselben wie bei den Fischen hinter einander liegend; Sinnesorgane, namentlich Auge und Ohr, besser entwickelt. Das Zahnsystem zeigt wenig Ausbildung; manchen (z. B. Kröten) fehlen alle Zähne. Darm kurz. Wahre innere Paarung findet beim Fehlen entsprechender Organe auch in dieser Klasse wie bei den Fischen nicht statt; bei der Entwicklung werden merkwürdige Umwandlungen durchlaufen; s. §. 525. Fast alle im Süßwasser oder an feuchten, dunkeln Orten auf dem Lande. Leben meist von Insekten, halten Winterschlaf. Ordn. Lepidota, Fischlurche. Leib fischähnlich, von Schuppen bedeckt. Innere Kiemen, bestehend aus drei Reihen von Kiemenblättchen an eben so vielen Kiemenbogen; bei einer Sippe drei äußere

Digitized by Google

baumförmige Kiemen; außerdem stets zwei Lungen, welche das venöse Blut vom einkammerigen Herzen empfangen und es arteriell der Aorta überliefern. Riechorgan durch Choanen mit der Mundhöhle und also mit den Lungen kommunizirend. Ein knorpeliger einfacher Kehlkopf mit Stimmritzen. Vier sehr rudimentäre Glieder, bestehend aus einem Knochenstiel mit sehr kleinem Flossenbart. Eine Rückensaite, welche sich an den aus einer Knorpelkapsel bestehenden Schädel fortsetzt. Fam. Lepidosirenia; die Sippe Lepidosiren in Südamerika, Protopterus in Westafrika; athmen zur Regenzeit durch Kiemen, in der trockenen Jahreszeit in einem Blätternest durch Lungen. — Ordn. Anguinea, Schlangenmolche. Körper wurmähnlich, von geringelter Schleimhaut bedeckt, fußlos oder vierfüßig. Caecilioidea, Labyrinthodonta (diese untergegangen). Ordn. Caudata, Molche. Leib eidechsenähnlich, vier- oder zweifüßig. Zwei Lungen; bei manchen außerdem persistirende Kiemen. Ichthyoidea, Fischmolche (zu ihnen der in Mexiko gespeiste Axolotl). Salamandrina, Salamander. Hieher unser gefleckter Salamander, Alpenmolch, die Tritonen. — Ordn. Ecaudata, Froschlurche. Leib in der Jugend fußlos, mit Flossenschwanz; reif ohne letzteren, vierfüßig. Bufonina, Krötenartige, Ranina, Froschartige ꝛc.



Lepidosiren.

Axolotl.

B. In keinem Lebensstadium Kiemenathmung.

a) Kaltblütige.

569. 17. Klasse. Reptilia, Reptilien. Körper meist lang gestreckt, seltener elliptisch, fußlos oder mit Füßen versehen, stets geschwänzt. Schädel ziemlich platt, Hirnkapsel klein, Kieferpartie überwiegend groß; Kiefer (mit Ausnahme der Schildkröten) gezähnt. Bei den entwickelten Thieren nie eine chorda dorsalis, sondern stets eine ausgebildete Wirbelsäule. Haut schuppig oder warzig, bisweilen Knochenschilder entwickelnd; bei den Schildkröten bildet sich aus Nerven- und Hautskelet ein eigenthümlicher Panzer. Das Gehirn zeichnet sich durch bedeutendere Entwicklung der Halbkugeln und des kleinen Gehirns aus; das Hörorgan durch eine Schnecke; die Augen sind in der Regel klein; die Zunge bei Eidechsen und Schlangen zweispaltig, bei den Schildkröten kurz und dick, bei den Krokodilen verkümmert. Zum Athmen dienen stets zwei Lungen (bei manchen Schlangen nur eine); das Herz besteht aus zwei Vorkammern und zwei Kammern, die aber nur bei den Krokodilen durch eine vollstän-

Digitized by Google

dige Scheidewand getrennt sind. Paarungsorgane einfach oder doppelt. Eier groß, nicht sehr zahlreich, von lederartiger, manchmal etwas kalkiger Schale umgeben. Die Mehrzahl auf dem Lande (viele auf Bäumen), die Minderzahl im See- und Süßwasser. Schlangen, Eidechsen und Krokodile sind Raubthiere; die meisten Schildkröten Pflanzenfresser. In kalten Ländern finden sich nur wenig Reptilien. — Ordn. Ophidii, Schlangen. Leib lang gestreckt, Hals und Schwanz nicht deutlich abgesetzt. Kopf platt, etwas dreieckig, Rachen sehr weit gespalten. Augenlieder fehlen. Die große Beweglichkeit der z. Th. nur durch Bänder und Muskeln mit dem Schädel zusammenhängenden Kiefer-, Flügel- und Gaumenbeine erlaubt eine ungemeine Erweiterung des Mundes und macht so das Verschlingen verhältnißmäßig großer Thiere möglich. Immer nur Hackenzähne entwickelt; bei den Giftschlangen sind einige derselben besonders groß und entweder rinnenförmig oder hohl und zur Ergießung des von den Giftdrüsen abgesonderten Giftes durchbohrt. Wirbel und Rippen sehr zahlreich; Glieder fehlen, mit Ausnahme einiger Rudimente, ganz, eben so ein Brustbein. Die Lederhaut bildet Falten, welche von der Oberhaut überzogen werden, und den Schlangen das Ansehen geben, als wenn sie, was nicht der Fall ist, wahre, gesonderte Schuppen und Schilder hätten, bei der jährlichen Häutung wird die Oberhaut als Ganzes abgestreift. A. Eurystomi, weitmaulige Schlangen. a) Venenosi, Giftschlangen, Fam. Hydrini, Elapides, Viperini (in Deutschland und der Schweiz die Kreuzotter, Vipera Berus, im schweizerischen Jura auch noch V. Redii, die italienische Viper), Crotalini (Klapperschlangen). b) suspecti, verdächtige. Fam. Maligni. c) innocui, Giftlose. Fam. Colubrini (hieher unsere Ringelnatter), Pteropodes (Riesenschlangen), Acrochordina, Roller. B. Stenostomi, Engmäulige Schlangen. Fam. Ilisini, Typhlopini. — Ordn. Saurii, Eidechsen. Körper meist vierfüßig, selten nur zweifüßig oder fußlos, mit deutlichem Hals und Schwanz. Oberkiefer unbeweglich mit dem Schädel verwachsen; Aeste des Unterkiefers keiner Erweiterung fähig. Zähne verschieden geformt. Augen mit zwei Lidern bedeckt, Trommelfell frei. Haut scheinbar beschuppt wie bei den Schlangen in Folge gleicher Beschaffenheit, manchmal mit warzenförmigen Erhöhungen, die bisweilen in Stacheln, Kämme, Hautlappen auswachsen. Brustbein stets vorhanden. Häufig angenehme, zierliche Thiere. A. Annulati, Ringelechsen. Haut durch Querfurchen geringelt. Füße kurz oder fehlend. Amphisbaeni. B. Idiosaurii; wahrhafte Echsen. Leib scheinbar beschuppt. Nur in den ersten Familien die Füße noch verkümmert. a) Kurzzüngler. Gymnophthalmi, Scincoidei (zu ihnen unsere Blindschleiche) etc. b) Crassilingues,

Naja, Brillenschlange.

Digitized by Google

Dickzüngler. Ascalabotae (Gekonen), Humivagi, Dendrophili (Leguane). c) Vermilingues, Wurmzüngler. Chamaeleonides. d) Fissilingues, Spaltzüngler. Lacertides (hieher unsere inländischen), Monitores etc. — Untergegang. Fam. sind die fliegenden Pterodactylii und die gewaltigen Dinosaurii. — Ordn. Hydrosaurii Vogt., Wasserechsen. Große, das Wasser bewohnende, stets mit 4 Gliedmaßen versehene Raubthiere, theils mit Flossen, wie die untergegangenen Enaliosaurii, Meerdrachen, theils mit Schwimmfüßen oder vollkommen getrennten Zehen, wie die Krokodile, Crocodilini, der jetzigen Epoche. Na-

Krokodil

senlöcher und Ohröffnungen durch eine Klappe schließbar. Lederhaut dick mit Knochenschildern. Männliche Geschlechtsorgane einfach. — Ordn. Chelonia, Schildkröten. Körper in einen eigenthümlichen Panzer eingeschlossen; siehe §. 482, Kiefer mit schneidenden Hornplatten bekleidet, zahnlos. Zunge fleischig, kurz. Vier kurze Füße mit getrennten Zehen oder mit durch Schwimmhäute verbundenen oder zu Flossen verwachsenen Zehen. Fam. Chelonida, Seeschildkröten (das Schildpatt kömmt vorzüglich von Chelonia imbricata), Chersina, Landschildkröten, Emyda, Flußschildkröten, Chelyda, Lurchschildkröten, Chilota, Lippenschildkröten.

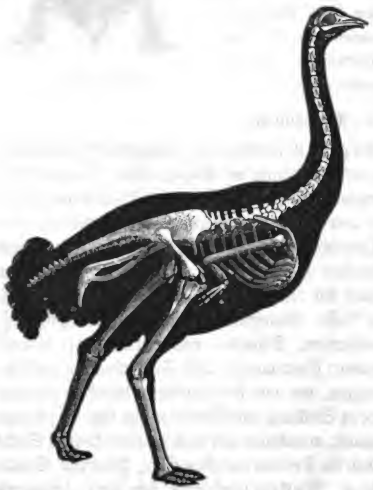
Landschildkröte.

b) Warmblütige.

570. 18. Klasse, Aves, Vögel. Warmblütige, eierlegende Wirbelthiere mit Luftathmung durch Lungen und Lufträume im Körper, einen Schnabel bildenden Kiefern, in Flügel umgewandelten Vordergliedern, 2 Beinen und befiedertem Leib. Kopf ziemlich klein, aus ganz verwachsenen Knochen gebildet, beide Kiefer beweglich, zahnlos, mit Hornscheiden. Hals lang, sehr beweglich, Brust und Bauch nicht gesondert. Knochen marklos, hohl; sie und mancherlei den Körper durchziehende Räume füllen sich von den Lungen aus durch membranöse Kanäle mit warmer verdünnter Luft. Rumpfwirbel unbeweglich, Schwanzwirbel beweglich miteinander verbunden; Schulter- und Beckenknochen schmal. Vorderarm länger als der Oberarm; Handwurzel- und Fingerknochen verkümmert. Fußwurzel aus einem einzigen, nur von Hornschildern bedeckten Knochen gebildet, sie trägt 2—4 Zehen, die in Stellung und Verhältnissen sehr verschieden und durch Häute ganz oder theilweise, manchmal nur noch an einer kleinen Stelle verbunden sind. Hiedurch entstehen die Formen der Gangfüße, Watfüße, Spaltfüße, Lappenfüße, Schwimmfüße ꝛc. Muskeln dunkelroth, sehr derb; besonders

Digitized by Google

sind die zu beiden Seiten an dem großen Kiel des Brustbeins liegenden, zum Fluge bestimmten sehr entwickelt. Federn in bestimmter charakteristischer Anordnung über den Körper vertheilt; am größten sind die Schwungfedern der Flügel und Steuerfedern des Schwanzes. Gehirn verhältnißmäßig viel größer, als bei den vorigen Klassen, mit bedeutenderem Uebergewicht über Rückenmark und Nerven; von Sinnesorganen sind die Augen am meisten ausgebildet. An der Speiseröhre bildet sich sehr häufig ein Drüsensack (Kropf) aus, der Magen ist bei denen, welche thierische Nahrung genießen, häutig, bei den Körner-fressenden gewöhnlich sehr muskulös. Oben im Halse ein Kehlkopf und ein zweiter an der Gabelung der Luftröhre; nur letzterer ist Stimmorgan. Herz aus 2 ganz getrennten Vorkammern und Kammern gebildet, daher großer und kleiner Kreislauf vollkommen geschieden. 2 Hoden; meist nur ein Eierstock; Eier groß, immer von Kalkschaalen umgeben. Die Vögel mausern sich 1- oder 2mal; manche stellen periodische Wanderungen an. Nest mehr oder weniger kunstreich; nur wenige bereiten kein Nest. A. Autositae, Nestflüchter. Die Jungen verlassen das Ei sehend und ziemlich befiedert, und können alsobald, von der Mutter angeführt, sich Nahrung suchen. Ordn. Natatoriae, Schwimmvögel. Beine kürzer als der Rumpf, Schienbein fast ganz in den Rumpf versenkt, Zehen meist bis an die Nägel mit Schwimmhäuten verbunden, seltener mit ganzrandigen Hautlappen. Am Leib die Flaumfederschicht besonders entwickelt. Fam. Apterodytinae, Pinguins, Brachypterae, Pelecanidae, Laridae, Möven, Procellarinae, Sturmvögel, Anatidae seu Lamellirostres, Enten, Gänse, Schwäne. Phoenicopterinae, Flamingo's. — Ord. Grallae, Sumpfvögel. Beine meist lang, zum Waten; Schienbein größtentheils aus dem Rumpfe vortretend, zum Theil über der Ferse nackt; Zehen mit halber Schwimmhaut oder mit Hautlappen. Nasenlöcher nicht von Federn bedeckt, flach gerandet. Fam. Rallinae, Wasser-



Strauß.

Pinguin.

Digitized by Google

hühner, Scolopacinae (Schnepfen, Brachvögel, Ibisse, Kampfhahn), Charadriinae, Strandläufer, Herodiae, Reihervögel (Reiher, Störche, Kranich), Alectorides, Hühnerstelzen (Kamichi, Trappen ꝛc.). — Ordn. Cursoriae, Laufvögel. Flügel ohne Schwungfedern, oder doch ohne steifschaftige, daher stets zum Fluge untauglich. Beine sehr stark und meist auch lang, z. Th. nur mit 3 oder 2 Zehen. Brustbein gewöhnlich ohne Kiel. Schenkelmuskeln sehr entwickelt. Fam. Struthionidae, Riesenvögel (Strauß, Nandu, Emeu, Kasuar), Apteryginae (Kiwi-Kiwi auf Neuseeland), Didinae (Dudu ꝛc.). Letztere, jetzt untergegangene werden von Manchen in die Nähe der Tauben gestellt, während sie noch Andere für den Geiern verwandt halten. — Ordn. Gallinaceae, Hühnervögel. Schnabel kurz, vorne stumpf, kuppig gerundet, Nasenlöcher oben mit fleischiger oder lederartiger Klappe; Beine kurz, stark, Nägel stumpf. Flügel kurz, Flug meist schwer. Kopf mit nackten Hautstellen oder Fleischauswüchsen, Hals kurz. Kropf groß, Magen sehr muskulös. Fam. Crypturinae, Steißhühner, Gallinariae (Wachtel, Rebhuhn, Auerhahn, Birkhahn, Schneehuhn, Fasan, Haushuhn, Pfau, Truthahn, Perlhuhn, Hokkohuhn ꝛc.), Pteroclinae. — B. Gonesitae, Nesthocker. Die Jungen kommen nackt und blind aus dem Ei und werden im Neste von den Alten geätzt. — Ordn. Columbinae, Tauben. Schnabel gerade, Kuppe gewölbt; an der Wurzel mit weicher Haut, in welcher die von einer Knorpelschuppe bedeckten Nasenlöcher. Hinterzehe aufliegend. Flügel lang, spitz, Flug schnell. Fam. Columbariae. — Ordn. Zygodactyli. Paarzeher. Schnabel stark und groß. Füße mit 2 nach vorne, 2 nach hinten gerichteten Zehen — sogen. Kletterfüße — doch klettert nur die Minderzahl. Meist prächtig gefärbte Vögel; fast alle in heißen Ländern. Fam. Amphibolae, Psittacinae (Papageien, Kakadu's, Ara's), Picinae, Spechtartige, Ramphastidae, Tukan's, Bucconidae, Bartvögel, Cuculinae (gemeiner Kukuk, afrikan. Honigkukuk), Galbulinae. — Ordn. Syndactylae, Haftzeher. Schnabel bis an die Augen gespalten. 3 Zehen nach vorne, eine nach hinten gewendet, äußere und mittlere meist bis zum vorletzten Glied verwachsen. Fam. Todidae, Halcyonidae (Eisvogel ꝛc.), Meropidae (Bienenwolf), Eurystomae, Racken, Buceridae, Nashornvögel. — Ordn. Tenuirostres, Dünnschnäbler. Schnabel dünn, spitz; 3 Zehen nach vorne, eine nach hinten gerichtet; mittlere und äußere nur am Grunde verwachsen. Fam. Upupidae (Wiedehopf), Trochilidae, Kolibri's. — Ordn. Hiantes, Sperrvögel. Schnabel kurz, flach, mit Hakenspitze; Rachen weit gespalten. Füße sehr kurz. Flügel lang, schmal; Flugvermögen sehr groß. Schwanz lang, manchmal gabelförmig. Caprimulginae, Nachtschwalben, Cypselidae, Mauerschwalben. — Ordn. Canorae, Singvögel. Am untern Kehlkopf ein Singmuskelapparat. Schnabel zart, selten starke Gangfüße, 3 Zehen nach vorne, Daumen nach hinten gerichtet, keine Bindehaut; Krallen groß, krumm. Hirundinidae, Schwalben, Certhiariae, Baumläufer, Paridae, Meisen, Sylviariae, Sänger (Nachtigall, Grasmücke, Rothkehlchen, Steinschmätzer ꝛc.), Granivorae, Körnerfresser (Lerche, Ammer, Fink, Sperling, Kanarienvogel, Gimpel, Kreuzschnabel ꝛc.), Corvinae, Raben, Sturnidae (Staar), Ampelidae (Seidenschwanz), Turdinae, Drosseln, Muscicapidae, Fliegen-

Digitized by Google

ſchnapper, Laniariae, Würger ꝛc. — Ordnung Raptatoriae, Raubvögel. Schnabel kurz, ſtark, Oberkiefer hakig, am Grunde mit weicher Wachshaut. Beine kräftig, Lauf kurz, Zehen muskulös, Krallen groß, hakenförmig. Flug hoch, ſchnell, leicht. Kopf groß. a) Nachtraubvögel, Fam. Strigidae, Eulen. b) Tagraubvögel, Falconidae (Falken, Weihen, Habichte, Sperber, Adler. Gypaetinae (Lämmergeier), Vulturinae (Geier, Condor).

571. 19. Klaſſe. Mammalia, Säugethiere. Warmblütige, lebend geborene, geſäugte Wirbelthiere mit einfacher Luftathmung und vollkommen geſchiedenem großen und kleinen Kreislauf. Leib meiſt deutlich in Kopf, Hals, Rumpf (und dieſer auch innerlich durch das Zwerchfell in Bruſt und Bauch) geſchieden, Schädelknochen in Suturen mit einander verbunden, Kiefer und Geſicht mit Muskeln bekleidet. Von Zähnen unterſcheidet man hauptſächlich Schneide-, Eck- und Backenzähne; oft fehlt die eine oder andere Gattung, nur dem Ameiſenbären alle. Das Gehirn zeigt meiſt Windungen; unter den Sinnesorganen erreichen nun auch die Riech- und Schmeckorgane die hohe Ausbildung der übrigen. Herz vollſtändig in 2 Vorkammern und 2 Kammern geſchieden. Lymphgefäße und Drüſenſyſtem viel reicher und beſſer entwickelt, als in den vorigen Klaſſen. Ein Kropf iſt nie vorhanden, der Magen immer häutig, der Darm iſt lang und vielfach gewunden. Pankreas, Milz und Nebennieren ſind immer da, häufig auch eine Gallenblaſe. Immer ſind 2 Eierſtöcke und 2 Hoden vorhanden und bei allen findet wahre Paarung ſtatt. Knochen von Mark erfüllt; die Form des Skelets ändert viel bedeutender, als bei den Vögeln, hauptſächlich auch die Bildung der Extremitäten (mit Ausnahme der Cetaceen, welchen die Hinterglieder fehlen, ſind ſtets 4 zugegen), namentlich die Bildung der Hand, nachdem dieſelbe zum Auftreten oder zum Schwimmen, zum Greifen, Klettern, Fliegen beſtimmt iſt, womit auch die Zahl der Zehen (von den 5 normalen fehlen manchmal einige) und die Bildung der Nägel zuſammenhängt, die ſelten platt und zart, meiſt Krallen und Hufe darſtellen. Stets ſind 7 Halswirbel vorhanden; Bruſtbein ſchmäler, Schulter und Beckenknochen breiter, als bei den Vögeln. Für die allgemeine Bedeckung ſind Haare charakteriſtiſch mit ihren Modifikationen als Wolle, Borſten, Stacheln; ſelten iſt die Haut nackt, oder von Schuppen und Schildern bedeckt. Die Säugethiere ſind die für den Menſchen unzweifelhaft wichtigſten Thiere, ohne welche die erſten Kulturſtufen wohl ſchwerlich hät-

Schnabelthier.

Digitized by Google

ten erreicht werden können. 1. Reihe. Säugethiere ohne Schwielenkörper (corpus callosum) im Gehirn; Cerebellum ganz unbedeckt. Placenta fehlt. Am Vorderrande des Beckens zwei eigenthümliche Knochen (ossa marsupialia). Ordn. Monotremata, Kloakenthiere. Harn-, Geschlechts- und Darmöffnung in dem erweiterten Darmende (Kloake) vereint. Schnautze lang, lippenlos, Kiefer zahnlos oder mit aus Hornfasern gebildeten Zähnen. Rechter Eierstock verkümmert, Uterus schlauchförmig. Auf jeder Seite am Bauche eine Milchdrüse, die ohne Zitze sich nur durch einen Spalt öffnet. Nur in Neuholland. Ornithorhynchina, Echidnina. (Schnabelthier und Ameisenigel.) Ordn. Marsupialia, Beutelthiere. Die ungemein langen Zitzen von einer Tasche (Beutel) oder doch von einer Hautfalte umgeben; dieser Apparat durch zwei ossa mar-

Känguruhs.

supialia gestützt. Jeder der beiden kurzen Eileiter geht in einen schlauchförmigen Uterus über, der sich in einen durch eine unvollständige Scheidewand in 2 Hälften getrennten Sack öffnet; aus diesem entspringen 2 Scheidenkanäle, die sich dann in einen vereinen. Die Jungen gelangen sehr unreif an die Zitzen und erlangen daran hängend ihre Ausbildung. Gehirn mit keinen oder nur wenigen und flachen Windungen. Meist in Australien und dem wärmeren Amerika. Wiederholen Formen und Lebensweise anderer Säugethiere, so daß es Pflanzen-, Insekten- und Fleischfresser unter ihnen gibt. Fam. Phytiphaga, Gliroidea, Creatophaga. — 2. Reihe. Säugethiere mit Schwielenkörper, Cerebellum bei den meisten theilweise bedeckt. Placenta vorhanden. A. Anomale, frühere Typen in eigenthümlicher Weise nachbildende. a. Ichthyodea, Fischähnliche. Ordn. Cetacea, Walthiere. Leib fischförmig, Kopf, weil der Hals sehr kurz, vom Rumpfe nicht abgesetzt. Kein äußeres Ohr. Vorderglieder in Flossen umgewandelt, Hinterglieder fehlen. Schwanz lang, sehr stark mit meist horizontaler Endflosse. Einen Spritzapparat haben Balaenida, Wale, Delphinida. Ausgestorben ist Zeuglodon (sonst Basilosaurus). Keinen Spritzapparat die Sirenia,

Digitized by Google

Seekühe; Manati, Dugong, Borkenthier. Untergegangen ist Dinotherium. b. Herpetodea. Anklang an die Reptilien zeigende. Ordn. Edentata, Zahnarme. Vier zum Schwimmen, Gehen oder Graben gebildete Glieder mit verwachsenen Zehen. Vorderzähne fehlen immer, oft auch die Eckzähne, manchmal sogar die Backenzähne. Stumpfe, träge Thiere der Tropenzone. Leib zum Theil von Schildern und Schuppen bedeckt. Fam. Vermilinguia (Ameisenbär, Schuppenthier), Cingulata, Gürtelthiere, Bradypoda, Faulthiere. c. Säugethiere mit Anklang an die Vögel. Ordn. Chiroptera, Flatterthiere. Vorderglieder sehr lang, zwischen ihnen und den hinteren eine Flughaut. Alle 3 Arten von Zähnen; Eckzähne besonders groß. Brustbein mit Kiel. Zwei Zitzen an der Brust. Vespertilionida, Fledermäuse, Galeopithecia Kalongs. (Fliegender Maki.)

Fledermaus.

cl Schlüsselbein.
h Oberarm.
cu, r Vorderarm.
ca Handwurzel.
po Daumen.
mc Mittelhandknochen des zweiten Fingers.
ph Fingerglieder des Mittelfingers.
o Schulterblatt.
f Oberschenkel.
ti Unterschenkel.

B. Aechte Säugethiere, Charakter und Formen ihrer Klasse ohne Abwandlung darstellend. a. Vegetativa, Masse-Erzeugende. Verdauungsapparat vorzüglich entwickelt. Eckzähne fehlen oft. Die Füße tragen Hufe. Sind fast alle groß und fressen Pflanzenstoffe. Neugeborene meist sehend und behaart. Ordn. Pachydermata, Dickhäuter. Haut dick, schwielig, dünn behaart. Meist Schneidezähne in beiden Kiefern; Backenzähne schmelzfaltig oder zusammengesetzt. Beine meist dick; Zehen 2—5, verwachsen, von einem Hufe umgeben. Zitzen tief unten. Proboscidea (Elephanten), Tapirina, Suina, Bruta (Flußpferd), Rhinocerina, Hyracina (Klipdachs, Daman). Untergegangen sind die Anoplotherina. — Ordn. Solidungula, Einhufer. Nur 1 Zehe, von einem breiten Huf umschlossen; unter der Haut Rudimente zweier äußeren Zehen. Alle drei Arten von Zähnen. Fam. Equina. — Ordn. Ruminantia, Wiederkäuer. Stets 2 gleiche Zehen und oft noch 2 Afterzehen; Afterklauen an den nur mäßig starken Beinen. Backenzähne schmelzfaltig, wurzellos. Stirnbeine wenigst der Männchen mit Knochenfortsätzen, auf denen sich Hörner oder Ge[illegible]he entwickeln.

Digitized by Google

4 Mägen. Camelina, Kameel, Dromedar, Lama, Vicunna, Camelopardalina (Giraffe), Cervina, Hirsche und Moschusthiere. Bovina seu Cavicornia; außer den Rindern hieher auch Schafe, Ziegen (Steinbock), Antilopen (Gemse). — b) Irritabilia, Zerstörende. Mit besonders entwickeltem Athmungs- und Muskelsystem. Keine Hufe, Zehen mit Klauen. Sind nur klein oder mäßig groß. Nahrung zum Theil animalisch. Neugeborene oft blind und nackt. Ord. Glirina, Nager. Schneidezähne sehr ausgebildet, nur vorne von Schmelz bekleidet, stets von der Wurzel nachwachsend; Eckzähne fehlen, Backenzähne schmelzfältig oder zusammengesetzt, Unterkiefer von vorne nach hinten beweglich. Subungulata (Meerschweinchen, Aguti), Palmipedia (Biber, Ondatra), Leporina (Hase, Kaninchen, Pfeifhase), Lagostomata (Chinchille), Salientia, Murina

Biber.

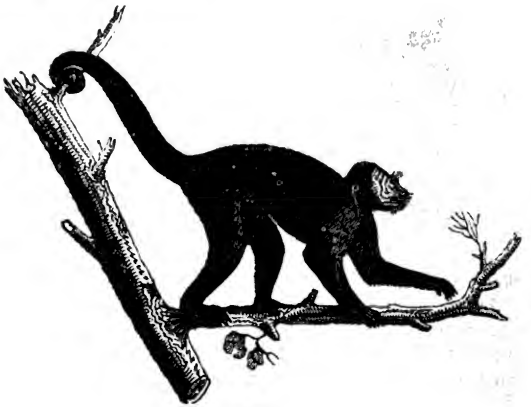
(Maus, Ratte, Feldmaus), Georychina, Sciurina (Eichhörnchen, Murmelthier), Aculeata (Stachelschwein). — Ordn. Insectivora, Kerfffresser. Kleine, an Gestalt und Lebensweise den Nagern verwandte Thiere, aber mit allen drei Zahnarten; Backenzähne spitzhöckerig. Schnautze verlängert, spitz. Erinaceina (Igel, Tenrek), Cladobatina, Soricina (Spitzmäuse), Talpina (Maulwurf, Sternmaulwurf ꝛc.). — Ordn. Pinnipedia, Ruderfüßer. Vier kurze in Flossen verwandelte Glieder, mit durch Schwimmhaut verbundenen Zehen, die meist

Robbe.

deutlich Nägel tragen; Hinterglieder mit dem Schwanz verwachsen. Maul mit allen drei Zahnarten bewaffnet. Trichecina (Walroß), Phocina (Robben). — Ordn. Carnivora, Raubthiere. Schneidezähne klein, Eckzähne sehr stark, krumm, vorragend, Backenzähne zackig oder höckerig. Digitigrada; Füße fünf- oder vierzehig, gehen nur auf den Zehenspitzen. Ottern, Wiesel, Marder, Biverren, Hunde, Hyänen, Katzen. Plantigrada; Füße fünfzehig mit großen abgenutzten

Digitized by Google

Krallen. Sohle nackt, weil sie beim Gehen mit dem ganzen Fuße auftreten. Genießen neben der animalischen auch vegetabilische Nahrung. Bären, Dachse, Coati, Waschbär, Ratel, Kinkajou ꝛc. c) Anthropodea seu Quadrumana. Menschenähnliche, Vierhänder. Richten sich auf den Hintergliedern auf, haben 4 Hände, zum Theil mit Plattnägeln. Junge sehend, behaart, aber der Pflege bedürftig. Ordn. Prosimiaria, Halbaffen. Backenzähne mit ziemlich spitzen Höckern; Schnauze zugespitzt. Zeigefinger der Hinterhände mit Kralle; alle anderen mit Plattnägeln. Fressen meist Insekten. In Afrika und Asien. Lemurina, Maki's. Ordn. Simiaria, Affen. Backenzähne stumpfhöckerig. Gesicht nackt. Verzehren meist Vegetabilien. Hapalina, Uistiti's (amerikanisch), Platyrrhina, Plattnasen (amerikanisch), Catarrhina, Schmalnasen, Affen der alten Welt, z. Gibbon, Chimpanse, Orang-Outang.



Saju.

e) Vertheilung der Thiere über die Erde.

572. Zuerst kommen auch bei den Thieren die physikalischen Verhältnisse in Betrachtung, unter welchen sie leben. Hiernach sind die Thiere zunächst Erdbewohner, Wasserbewohner oder Parasiten, und zwar in letzterem Falle der Pflanzen, anderer Thiere oder des Menschen. Die Wasserthiere bewohnen das Salz- oder Süßwasser; einige leben in einer Mischung beider (Brackwasser), z. B. in Flußmündungen oder in Lagunen; nur wenige halten gleich gut im süßen und Salzwasser aus. Die Erdthiere leben auf der Oberfläche oder unter ihr; letztere bilden nur eine kleine Minderzahl; die ersteren ziehen nach ihrer Organisation bald Wald und Gebüsch, bald das offene Land vor, wo sie wieder auf und zwischen den Pflanzen, oder auf Fels, Sand, Mauern und ähnlichen den Sonnenstrahlen ausgesetzten Orten leben, andere bewohnen die Ufer und machen einen Uebergang zu Sumpf- und Wasserthieren. In Rück-

Digitized by Google

sicht der Wärme entfaltet sich das thierische Leben am reichsten in einer Mitteltemperatur von 10—20° C.; manche Gattungen leben an Orten von viel höheren Wärmegraden, noch andere in den Polarländern und auf hohen Gebirgen. Zahlreiche Gattungen, namentlich Insekten, Mollusken, auch manche Vögel sind auf bestimmte Pflanzen angewiesen, finden sich daher nur, wo diese wachsen.

573. Jede Thiergattung hat einen bestimmten Verbreitungsbezirk, der bei einigen sehr klein, z. B. bei vielen Papageien und anderen Vögeln auf einzelne Inseln beschränkt ist, bei nur wenigen von großer Akklimatisationsfähigkeit oder sehr einfacher Organisation (Hausmaus, Ratte, Hund, Ohr- und Schleiereule, Strepsilos collaris Temm., ein Sumpfvogel, — vielleicht auch der Distelfalter, — Stubenfliege, manche Infusorien ꝛc.) fast die ganze Erde einnimmt, bei den meisten aber sich nur über eine Anzahl Längen- und Breitengrade erstreckt. Es gibt Sippen und Familien, deren Verbreitungsbezirk fast ganz in die Tropenzone und die angrenzenden wärmsten Gegenden fällt (Quadrumanen, Psittacinae, Riesenschlangen, die Kegel-, Porzellan- und Olivenschnecken, die Riffe-bildenden Korallen), während andere den gemäßigten und nördlichen Gegenden angehören; einige Familien, wie die der Hirsche, Rinder, Katzen, Hunde, Eichhörnchen, Delphine, sind über verschiedene Zonen zerstreut. Wasserthiere haben häufig eine größere Verbreitung, als Landthiere derselben Gruppen, weil das Wasser die klimatischen Unterschiede etwas neutralisirt. Manche Gattungen haben durch die vielen Wanderungen, welche sie anstellen, ihren ursprünglichen Verbreitungsbezirk vergrößert, wie z. B. der Tiger, der alljährlich im Sommer bis an die Grenze Südsibiriens streift. Andere sind durch Strömungen, Erdrevolutionen, den Menschen in Gegenden gebracht worden, deren Beschaffenheit von der ihrer ursprünglichen Heimath oft bedeutend abweicht und derselben mehr oder minder fern liegt. Im Allgemeinen gilt das Gesetz, daß die Aequatorialgegenden die reichste, großartigste und bunteste Thierbevölkerung haben, namentlich der Landthiere; von Seethieren kommen zwar in den nördlichen Meeren noch unzählbare Schaaren vor, aber die Speziesзahl ist doch auch hier geringer, als in den heißen und warmen Gegenden. Von hier gegen die Pole nimmt also im Ganzen die Zahl der Thiere immer mehr ab, die Formen werden kleiner, minder seltsam, die Farben düsterer.

574. Dieselbe Erscheinung tritt uns bei der vertikalen Erhebung entgegen; das reichste Thierleben gehört der meeresgleichen Ebene und den zunächst an sie grenzenden Höhenregionen an, während beim Aufsteigen gegen die Schneegrenze die Gattungen immer sparsamer werden, namentlich gesellige Thiere fast nicht mehr vorkommen, daher in mehr als einem Sinne die Einsamkeit zunimmt. Die gemäßigten und kalten Zonen der nördlichen und südlichen Halbkugel haben mit Ausnahme der Vögel und Cetaceen, deren bedeutende Bewegungskraft Wanderungen über sehr große Strecken gestattet, nur äußerst wenige, z. Th. sogar noch zweifelhafte Spezies gemein; für die kalten Zonen führt man außer einigen Infusorien den Krebs Idotea Baffini, an. Die westliche und östliche Erdhälfte haben fast nur im äußersten Norden, wo die Kontinente sich nähern, manche Landthiere gemein, während in der südlichen Halbkugel die größte Diffe-

Digitized by Google

renz eintritt, so daß in dieser Rücksicht zwischen Südamerika einerseits, Südafrika und Südasien andererseits nicht die mindeste Gemeinschaft herrscht. In der Thierbevölkerung des gemäßigten Amerikas, Asiens und Europas ist große Aehnlichkeit wahrzunehmen, oft gleichen sich Spezies dieser Gegenden auffallend, lassen aber bei genauerer Untersuchung doch wesentliche Unterschiede wahrnehmen. Eine sehr abweichende, eigenthümliche Thierwelt hat Neuholland mit Neuseeland und Van Diemensland, dann Neuguinea und Madagaskar.

575. Wie man für die Verbreitung des Pflanzenreiches eine Anzahl pflanzengeographischer *Reiche* oder *Provinzen* unterscheidet, so kann man Gleiches für die des Thierreiches versuchen, obwohl hier die Verhältnisse verwickelter und die Schwierigkeiten größer sind, da die ursprüngliche Heimath vieler Thiere sich durch Wanderungen in viel höherem Grade geändert hat, als bei den Pflanzen und weniger Vorarbeiten vorhanden sind. Jene Provinzen oder Reiche kann man im Pflanzenreiche auch *Floren*, im Thierreiche *Faunen* nennen, obschon der Begriff dieser Ausdrücke oft anders gefaßt wird. Man spricht nämlich etwa auch von einer Flora oder Fauna der Schweiz, Bayerns ꝛc. und begreift darunter alle Pflanzen- oder Thiergattungen, welche innerhalb dieser nur *politisch*, nicht *natürlich abgegrenzten Gebiete* vorkommen. In richtigerem Sinne kann man aber von einer Flora oder Fauna nur bei einem durch natürliche und klimatische Grenzen gesonderten Gebiete sprechen, dessen Pflanzen- und Thierbevölkerung sich durch einen bestimmten Charakter mehr oder minder gut von den umgebenden scheidet, wie z. B. die Fauna Mittelasiens und Europa's von den südeuropäischen und südasiatischen, die neuholländische von der indischen ꝛc. Ganz scharfe Grenzen lassen sich aber der Natur der Sache nach auch bei dieser Fassung der Begriffe nicht ziehen, da die Thierbevölkerung der ganzen Erde zuletzt ein großes in einander greifendes Ganzes bildet.

576. Man muß die Thierbevölkerung des Meeres von der des Landes und Süßwassers trennen und kann die *zoogeographischen Provinzen* oder *Faunen* der letzten in drei *Gruppen* bringen; die erste wird die der *heißen Zone* und der angrenzenden *wärmsten Länder* umfassen, die zweite die Faunen der *mäßig-warmen Länder*, die dritte jene der *kalten Zonen* und der *Hochgebirge* der ganzen Erde. Zur *ersten* Gruppe gehören: a) die Fauna Ostindiens und seiner Inseln, charakterisirt durch den Orang, die Langarm-Affen, den indischen Elephanten (Temminck hält den auf Sumatra für eine eigene Spezies), den Königstiger, 2 Nashörner und 2 ganz eigenthümliche Bären, den Mayha oder indischen Tapir, den fliegenden Maki, mehrere Hühner und Fasanen, den indischen Casuar, die Brillenschlange, den Gavial; b) Neuguinea's, ausgezeichnet durch die Paradiesvögel; c) die von Madagaskar und benachbarten Inseln, eigenthümliche Lemuren besitzend; d) die tropisch-afrikanische mit dem Chimpanse, zahlreichen Antilopen, Giraffe, Elephant, Nilpferd, Warzenschwein, Büffel, dem Löwen, Gepard, Strauß, großen Scorpionen; e) die tropisch-amerikanische, beherbergend die Uistiti's und breitnasigen Affen, Faulthiere, Gürtelthiere, Ameisenbären, Lama und Vicunna, zwei Tapire,

Digitized by Google

Jaguar und Puma*), Condor, den amerikanischen Strauß, die meisten Kolibris und eine Unzahl anderer schöngefärbter Vögel, Zitteraal, ungemein zahlreiche Reptilien (darunter die Leguane, der Kaiman ꝛc.) und Insekten (Laternträger, Herkuleskäfer ꝛc.); f) die Fauna der tropischen Australinseln besitzt ziemlich viele Papageien, den scharlachrothen Kleidervogel, wasserbewohnende Saurier und Wasserschlangen. Einzelne Inselgruppen zeigen aber wieder viel Eigenthümliches, wie z. B. die Gallopagos mit ihren gewaltigen Cactus-fressenden Landschildkröten, ihren 26, wahrscheinlich sonst nirgends vorkommenden, düster gefärbten Landvögeln, ihren zahllosen Reptilien bei sehr wenigen Insekten und einer Maus, als einzigem Säugethier.

577. Faunen der gemäßigten Länder sind: a) die von Neuholland mit Schnabelthier und Ameisenigel, den einzigen Monotremen, zahlreichen Beutelthieren, worunter die Känguruhs und der Beutelwolf, das größte Raubthier Australiens, Emeu, Kiwi-Kiwi, Leierwogel, Bürstentruthahn, vielen Giftschlangen; arm und eintönig, an die Steinkohlenzeit erinnernd ist namentlich die Thierwelt von Neuseeland, mit einer Rattenart als einzigem Säugethier. b) Die südafrikanische mit dem Capbüffel, Erdschwein, afrikanischem Klipdachs, der braunen und gefleckten Hyäne, dem Madenhacker, Honigkukuk. c) Die von Nordafrika mit der gestreiften Hyäne, dem gemeinen Affen, Aasgeier, Nilkrokodil, Zitterwels, den scheußlichen Solpugen; d) jene der Levante und Vorderasiens mit dem syrischen Klipdachs, Schakal, Dromedar, der wilden Ziege, dem Hardun, der Hornviper; e) die hoch- oder mittelasiatische, wo das Kameel, Moschusthier, der Dschiggetäi, die Steppenhühner zu Hause sind; f) die von China und Japan mit dem Pfau, Argusfasan, prachtvollen Schmetterlingen und Cicaden, z. B. dem chinesischen Laternträger; g) des südl. Sibiriens mit dem Zobel, Argali, mehreren Erdeichhörnern und springenden Nagern, sehr schönen Käfern; h) die mitteleuropäische Fauna hat den braunen Bär (der in verschiedenen Variationen zugleich über das gemäßigte und nördliche Asien vorkömmt), Wolf (in mancherlei Abänderungen weit gegen Nord und Süd verbreitet), Fuchs, Dachs, Wildkatze, Auerochs, Reh, Hirsch, Gemse, Steinbock; Königsadler, Lämmergeier, Auerhahn, Trappe, Nachtigall; Laubfrosch**), Hypochthon, Erd- u. Wassersalamander, die Sumpfschildkröte, schwarze Viper, von Fischen besonders Karpfen und Salmen, die Honigbiene, Rebschnecke, den Flußkrebs, Blutegel ꝛc.; i) die südeuropäische Fauna enthält als charakteristische Formen den Mufflone, das Stachelschwein, die Genettkatze, den Flamingo, Löffelreiher, Säbelschnäbler, grünen Ibis, Pelikan, die Redi'sche Viper, die gemeine Land- und Flußschildkröte, das Chamäleon, die Tarantel, 2 Skorpione, Truxalis, Mantis, viele schwarze Käfer, namentlich aus der Sippe Pimelia, Akis, Blaps, die Wanderheuschrecke und verwandte; k) die nordamerikanische Fauna hat große Aehnlichkeit mit der euro-

*) Nach Tschudi war der Hund schon vor der Eroberung Peru's durch die Spanier daselbst einheimisch.

**) Nach Pontoppidan fehlen in Norwegen Laubfrösche, und die gemeinen lassen nur selten, an manchen Orten gar nicht, ihre Stimme hören.

Digitized by Google

päischen, besitzt aber das Opossum, die Beutelratte (Beutelthiere fehlen in den gemäßigten Ländern der alten Welt), den canadischen Biber, das Ondatra, den Bison und Moschusochsen, das Felsenschaf, den Wapiti, den Baribal und Prairiewolf, den Truthahn, die Wandertaube, die Klapperschlange, fast alle Fischmolche, den Löffelstör.

578. Die Faunen der kalten Gegenden sind: a) die arktische, gegen den Nordpol gelegen; hier leben Fjällfraß, Rennthier, Elenn, Seeotter, Hermelin, der Edelfalke, Alken, Eidergänse, Sturmvögel und andere Seevögel in unglaublicher Menge, von Fischen vorzüglich noch Lachse; Amphibien fehlen fast ganz; Insekten, mit Ausnahme zahlloser Moskitos in manchen Gegenden, werden selten; b) die antarktische, mit Darwin's Strauß, den Pinguins; c) die alpinische. Die Thierbevölkerung der hohen Alpengegenden der ganzen Erde zeigt gewisse allgemeine Charaktere bei sonstiger großer Verschiedenheit in der Ost- und Westhälfte, noch mehr der Nord- und Südhalbkugel der Erde. Alpenthiere erreichen nur mäßige Größe, ihre Farben sind wenig lebhaft, ihre Vermehrung nicht groß. Manche Vögel und Säugethiere werden (wie solche des hohen Nordens) im Winter weiß. Die Gebirgssysteme der alten Welt sind die Heimath mehrerer Steinböcke, des Argali, Mufflone, die der neuen Welt des Felsenschafs, einer Antilope, der Vicunna, Viscaccia. Ueberhaupt scheinen von Säugethieren Nager am höchsten zu gehen; Martins fand die von ihm Arvicola nivalis genannte Maus am Finsteraarhorn in 11,700' Höhe. Kleinere Fledermäuse sah ich in den Berneralpen bis gegen 7000'. Von Vögeln gehen außer dem Condor und Lämmergeier einige Falken, der Alpenrabe, Schneefink am höchsten; von Insekten finden sich vorzüglich noch Käfer, Schmetterlinge, Poduren, von Spinnen solche, die in Erdlöchern wohnen, wie Lycosa, Clubiona.

579. Die Meerfaunen lassen sich aus leicht begreiflichen Gründen noch schwieriger abgrenzen, als die des Landes. Die großen Oceane haben übrigens auch unter gleicher Breite eine bedeutend abweichende Thierwelt, was z. B. gleich auffällt, wenn das mittelländische und das rothe Meer, welche nur durch eine schmale Landenge getrennt sind, verglichen werden. Diese haben nicht eine einzige Fischart und von den übrigen Klassen nur wenige miteinander gemein. Ein allgemeines Gesetz für die Verbreitung ist, daß die Tieferegionen hier bedeutendere Unterschiede begründen, als die horizontalen Entfernungen, wenn diese letzteren nicht sehr groß sind, so daß sich die Meerthiere hier wie die Bergthiere verhalten. Wie eine Erhebung von 2—3000 Fuß an einem Gebirge einen sehr fühlbaren Unterschied in der zoologischen Physiognomie hervorbringt, so eine vertikale Differenz von wenigen Klaftern im Meer. Man nimmt an den Gebirgen übereinander liegende, im Meere untereinander liegende Regionen an, deren jede durch ihre bestimmten Formen charakterisirt ist; je weiter man mit dem Schleppnetz in die Tiefe hinabsteigt, desto sparsamer, desto einförmiger wird die Thierbevölkerung; das reichste Leben findet sich am Strande, an der Grenze von Wasser, Erde und Luft; im hohen Meer, welches von den Stürmen tiefer aufgewühlt wird, finden sich die Thiere in viel größerer Tiefe, als in geschützten Buchten.

Digitized by Google

580. Für die europäischen Meere hat man sechs Vertikalregionen aufgestellt; a) die der Balanen oder Seeeicheln, als oberste, bei jeder Ebbe trocken liegend; b) die Region der Tange, mit Spirorbis, Orchestia, Sipunculus und anderen Ringelwürmern, der eßbaren Miesmuschel, der rothen Seenessel; c) die Korallinenregion, nur bei sehr starker Ebbe noch trocken werdend, mit Corallina officinalis, Herz-, Venus-, Scheidenmuscheln, mit Napfschnecken und Seeohren, Seeschwämmen und Ascidien; d) die Laminarienregion, nur bei stärkster Ebbe noch trocknend, mit See- und Schlangensternen, vielen zweimuskeligen Muscheln, Steinbohrern, Nacktkiemern, Blasenschnecken, kleinen Krebsen, Seenesseln; e) die Austernregion, immer unter dem Meere, mit der eßbaren Auster, Kamm-, Bernstein-, Archenmuscheln, großen Seesternen und Holothurien, größeren Krebsen; f) die Korallenregion; die felsbauenden Korallen gehen im rothen Meere nur bis 36', im indischen und großen Ocean viel tiefer. Das rothe Edelkorall fischt man bei Algier noch in 600' Tiefe. — Die größten Tiefen der Oceane sind von Thieren, wie es scheint, leer; doch hat man im südlichen Ocean noch aus Tiefen von 400 Klaftern und darüber einzelne Formen emporgezogen. Forbes fand im ägeischen Meere in 210 Klaftern nur noch 8 Species; er bemerkt, daß in den Tiefen von 56—210 Klaftern die Thiere immer sparsamer und fast nur noch nördliche Formen gefunden werden. Umbellularia Encrinus wurde 1763 bei Grönland aus 1416' Tiefe heraufgezogen. Luftmangel, ungeheurer Wasserdruck und übergroßer Salzgehalt lassen in großen Tiefen thierisches Leben nicht gedeihen.

581. Auch für die Meerbevölkerung ist die Aequatorialzone mit den angrenzenden wärmeren Gegenden am reichsten und mannigfaltigsten; die größten und glänzendsten Conchylien, Conus, Cypraea, Oliva, die Riesen- und Perlenmuscheln, die großen Triton, Fusus, die buntesten und groteskesten Fische, namentlich die zahlreichen Klippfische und andere Schuppenflosser und Hartheuter, fast alle Riffe-bildenden Korallen finden sich hier; besonders ist der indische Ocean überreich an den schönsten und merkwürdigsten Conchylien. Gewisse Quallenformen kommen nur in der heißen Zone vor. Den Dugong, eine der wenigen Sirenien (pflanzenfressende Walthiere), trifft man vorzüglich im persischen Golf und rothen Meere. Schon etwas weniger reich ist der tropische Theil des stillen Weltmeeres und des atlantischen Oceans; die afrikanische Küste beherbergt zahlreiche Seeigel der Sippe Clypeaster, die amerikanische solche der Sippe Cassidula; hier kommen auch die einzigen gestielten Haarsterne der jetzigen Epoche vor. An der Mündung des Senegal, des Niger, der Zaire findet sich ein Manati, welcher von dem des Oronoko, Amazonas und la Plata verschieden ist. Zu den reichsten Binnenmeeren gehört das mittelländische; es nährt zahlreiche Delphine, Lederschildkröten von bedeutender Größe, die Zitterrochen, den Schwertfisch, den Thunfisch und andere Makrelen, die Sardelle; Seespinnen und Heuschreckenkrebse, den Papiernautilus, die Gürtelquallen und andere, das Gorgonenhaupt. In den nordischen Meeren, namentlich dem nördlichen Theil des atlantischen Oceans leben zahlreiche Seehunde und vorzüglich die in ungeheuren Massen vorkommenden Spezies der Schell-

Digitized by Google

fisch- und Häringssippe, spitznasige Krabben, der Hummer, zahlreiche Seesterne und Seeigel, von Quallen z. B. Medusa aurita, Noctiluca miliaris, Mammaria scintillans, die, nur so groß wie ein Stecknadelkopf, doch durch ihre unermeßliche Menge oft Meeres-Leuchten in der Nordsee bewirkt.

f. Entstehung und Schicksale der Thierwelt.

582. Man darf annehmen, daß gleichzeitig mit den ersten Pflanzen auch die ersten Thiere auf der Erde erschienen sind, wohl Thiere einfachster Art, Archezoa, deren weiche, zarte Körper, in Unzahl das Urmeer erfüllend, spurlos vergingen. Sehr bald aber gesellten sich ihnen höher entwickelte Formen bei, welche die Haupttypen des Thierreichs entweder bereits darstellten, oder sie doch andeuteten, so weit dieß überhaupt durch wasserathmende Meerbewohner — denn solche waren die ersten Thiere — möglich ist. Wahrscheinlich ist jede Spezies in ihrem Verbreitungsbezirk in einer mehr oder minder großen Anzahl von Individuen entstanden; wenigstens böte ein einziges Paar durchaus nicht die Gewähr der Fortdauer dar, vermöchte den zerstörenden Elementen und anderen Thieren nicht zu widerstehen. Jede Art also, an mehreren Punkten ihres Verbreitungsbezirkes entstehend, hat sich von diesen aus über den ganzen Bezirk, d. h. so weit ausgedehnt, als es die Umstände gestatteten, die speziellen Bedingungen für ihre Existenz noch vorhanden waren. Gegen die Grenzen des Verbreitungsbezirks hin, wo die Bedingungen schon weniger günstig wurden, als an den ursprünglichen Entstehungspunkten, modifizirten sich die Gestalten, wichen mehr oder weniger von der typischen Form ab, und näherten sich dadurch anderen Gattungen umgebender (und zugleich den ihrigen vielfach durchsetzender) Verbreitungsbezirke. *) — Der Verbreitungsbezirk einer Spezies ist häufig kein geographisch zusammenhängendes Ganzes; denn nicht ein solches, sondern eine Summe gewisser Lebensbedingungen bestimmt ihn, — sondern an verschiedenen, von einander getrennten Orten

*) Es fehlt nicht an Beispielen von Veränderungen an Thieren, sogar in der historischen Zeit. So entstand in England eine ganz neue Varietät von Schafen, die kurzbeinigen, ungemein langrumpfigen Otter- oder Ankonschafe. Merino's nach den Südseeinseln, Peru, Chili verpflanzt, erhalten statt der Wolle bald schlichtes Haar. Unsere Hauskatze bekam in Paraguay dünne, kurze Haare und wurde wenigstens um 1/4 kleiner; die spanischen Schafe daselbst verloren jede Spur ihrer Abstammung. Es gibt (nach Cuvier) Hunderacen mit sechs Zehen an allen Füßen. Das wilde Schwein hat in jedem Kiefer sechs Schneidezähne, das zahme nur drei, die Rückenwirbel der verschiedenen Schweineracen variiren von 14—15, die Lenden- und Kreuzwirbel von 4—6, die Schwanzwirbel von 20—23. Auch die Sitten ändern sich; Thiere auf unbewohnten Inseln sind nicht im Mindesten scheu, an bewohnten Orten werden sie durch Verfolgung scheu und dieses erbt sich fort. Vögel, welche bei Manchester sonst ihr Nest aus Strohhalmen und Disteln bauten, bedienen sich, seit dort Spinnereien bestehen, der Baumwolle. Nach Bechstein haben manche Singvögel, z. B. die Finken, nicht nur in den verschiedenen Provinzen Deutschlands eigene Singweise (Dialekt!), sondern im Thüringerwalde haben sich auch seit Menschengedenken die Gesangsarten geändert, ältere wurden von neueren und diese von neuesten verdrängt.

Digitized by Google

gleicher oder ähnlicher Beschaffenheit (Fische z. B. in verschiedenen, mit einander nicht zusammenhängenden Stromsystemen) entstanden die Protoplasten einer Spezies.

583. Von ihren Entstehungspunkten bei wachsender Menge sich ausbreitend, zum Theil auch wandernd (was den mit kräftigen Bewegungs- oder gar Flugorganen versehenen leichter möglich wurde und wobei von solchen Ströme, Meeresarme, Sandwüsten, Gebirge überschritten werden konnten, die für Andere unübersteigliche Hindernisse boten), manchmal auch durch Verirrung oder gewaltsame Entführung (in Stürmen, Tromben, Strömungen des Wassers, selbst durch andere Thiere) gelangten die Ankömmlinge in oft sehr entfernte Gegenden. Die mächtigsten Aenderungen mochten wohl in der Vergangenheit die geologischen Vorgänge, namentlich die Erhebung und Senkung von Gebirgen und Erdstrichen, die hierdurch veranlaßten Fluthungen, Erhitzung und Erkältung ꝛc. bewirkt haben. Eine Anzahl geringerer Faktoren wirkt durch alle Zeiten hindurch; so gelangen mit dem Treibholz oder Treibeis Amphibien, Insekten, Mollusken und andere Thiere an ferne Inseln oder Küsten (eine Riesenschlange kam auf einem Baumstamme vom amerikanischen Kontinent nach der Antilleninsel St. Vinzent, Eisbären schifften auf Eisblöcken der Polarländer nach der englischen, ja selbst französischen Küste); starke Luftströmungen verbreiten die kleinsten Organismen oder deren Keime über außerordentliche Strecken. Sind die Umstände an fernen Punkten dem Leben günstig, so akklimatisiren sich die Ankömmlinge, gewöhnlich nicht ohne einige Veränderung in ihrer Organisation (wie z. B. unser Hausgeflügel im heißen Südamerika die Flaumfedern verliert und nur die Deckfedern behält); sind sie ungünstig, so sterben sie oder die nächsten Generationen wieder aus. — So wurde schon in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung und später durch alle Zeiten hindurch die Verbreitung der Thiere fortwährend geändert, ohne daß jedoch alle festen Bestimmungen und Grenzen aufgehoben würden; der Mensch setzt in der jetzigen Erdepoche diese Aenderung mächtig fort, außer den Haus- und Schmarotzerthieren, andere, sich an ihn und seine Wohnung anschließende überall hin verpflanzend, die ursprüngliche Thierbevölkerung durch Bodenkultur und Jagd zurückdrängend, beschränkend, theilweise ausrottend (so im achtzehnten Jahrhundert die Steller'sche Seekuh auf den Kurilen; auf Isle de France und den benachbarten Inseln den Dudu oder Dronte und 3—4 verwandte Vögel, die nur laufen, nicht fliegen konnten).

584. Auch bei der Entwicklung der Thierwelt ist ein Fortschreiten vom Unvollkommnern zum Vollkommnern in der Art gegeben, daß zuerst nur niedrigere Formen der großen Abtheilungen vorhanden, oder doch weitaus herrschend waren und allmälig die früher untergeordneten höheren zu größerer, endlich überwiegender Geltung gelangten. Gab es anfänglich nur wasserathmende Meerthiere, so entstanden später auch luftathmende; es kam zur Bildung von Süßwasser- und Landthieren, darunter auch solchen, welche noch ihre ersten Lebensstadien im Wasser zubrachten. Ganze Ordnungen und Klassen sind späterer Entstehung; so die Lungen-athmenden Schnecken, die Land-

Digitized by Google

bewohnenden Cruſtaceen, die Inſekten, die Luft-athmenden Wirbelthiere. Die Entwicklung gewiſſer Klaſſen erfolgte in naher Beziehung zur Landvegetation, ſo jene der Inſekten, der Honig-ſaugenden, Körner- und Früchte-freſſenden Vögel, der grasfreſſenden Säugethiere, der Quadrumanen, — und zwar konnten faſt alle dieſe nur mit den höheren Stufen des Pflanzenreiches in die Erſcheinung treten. Früher herrſchende Sippen, Familien, Ordnungen, Klaſſen, verloren an Zahl und Ausbreitung oder ſtarben z. Th. ganz aus; andere nahmen ihre Stelle ein. Wenn aber auch jetzt noch vorhandene Ordnungen und Familien bereits in früherer Zeit vorhanden waren, ſo wurden ſie in den verſchiedenen Schichten immer durch andere Spezies, ſelbſt andere Sippen repräſentirt.

585. Die Klaſſen der Infuſorien, Polypen, Akalephen, Echinodermen, Mollusken, Anneliden, Cruſtaceen, in ihrer großen Mehrzahl das Meer bewohnend, konnten ſchon in den älteſten Zeiten, um die Bildung der Uebergangsgebirge, reichlich vorhanden ſeyn, obſchon z. B. von Infuſorien ſich (außer den Peridiniden in den Feuerſteinen der Kreide) nichts erhalten hat (die Bacillarieen gehören, wie früher bemerkt, zum Pflanzenreiche). Rhizopoden findet man vom Kohlengebirge an; ſie werden häufiger im Jura; Geſteine bildend und in zahlreichen Spezies treten ſie erſt in der Kreide und den tertiären Schichten auf. Polypen waren ſchon bei der Bildung der Grauwacke und des Trias vorhanden; Riffe bildende in der Jurazeit außerordentlich zahlreich; man findet in den Schichten dieſer Zeit die Kalkmauern mit den durch die Brandung erzeugten Breccien- und Schlammbildungen ſehr häufig, und zwar in den mitteleuropäiſchen Ländern, welche heut zu Tage für Riffe-bildende Polypen viel zu kalt wären. Von Stachelhäutern herrſchten in den älteſten Zeiten die jetzt faſt ganz verſchwundenen Lilienſterne vor; ſpäter traten die Seeigel und Seeſterne, zuletzt die Holothurien auf. Eingeweidewürmer konnten ſelbſtverſtändlich nur entſtehen, nachdem die Trägerthiere, in welchen ſie hauſen, vorhanden waren; die das Süßwaſſer und Land bewohnenden Würmer erſt nach der Bildung von Inſeln, Kontinenten, See- und Flußſyſtemen; am älteſten ſind die Meerwürmer; Serpulen und ähnliche Formen mit Kalkröhren findet man ſchon von den älteſten Gliedern der Steinkohlengruppe an.

586. Höchſt wichtig für die Geologie ſind die Mollusken geworden, deren feſte Kalkſchalen der Zerſtörung unermeßliche Zeiten hindurch trotzen und ſo zur Erkennung der Schichten ein höchſt ſchätzbares Material liefern. Bereits im Uebergangsgebirge treten die Armfüßer, namentlich die Terebratuliden in ſehr großer Artenzahl und unermeßlicher Menge der Individuen auf, nehmen dann etwas ab, gewinnen in den oberſten Schichten der Jurabildungen einen neuen Aufſchwung und verlieren ſich von da immer mehr, bis ſie in der Gegenwart zu wenigen Sippen und Spezies mit mäßiger Individuenzahl herabſinken. Die Beilfüßer (eigentlichen Muſcheln), gleichzeitig mit jenen auftretend, haben hingegen in den Jura-, Kreide- und tertiären Schichten eher zu- als abgenommen. Etwa das Gleiche gilt von den Schnecken; zu den älteſten Formen gehören

Digitized by Google

Dentalium, Capulus, Litorina, Cerithium, Buccinum, Trochus, Nerita, Patella, Haliotis, viel später, nämlich im Jura erscheinen Conus, Strombus, in der Kreide Voluta, in den ober ihr liegenden Schichten Murex, Fusus, Ovula ꝛc. häufiger, während Lungenschnecken erst im Wälderthon beginnen. Von Muscheln und Schnecken sind nur einige Sippen ganz oder fast ganz verschwunden, z. B. Pholadomya, Bellerophon ꝛc. Die Cephalopoden verhalten sich hinsichtlich ihrer Entwicklung ähnlich wie die Armfüßer; in den früheſten Zeiten eine der herrschenden Klassen, in unzählbarer Menge die Meere erfüllend, starb eine ihrer Gruppen, die Ammoniten, am Anfange der tertiären Zeit schon aus, während die anderen von hier an so sehr abnehmen, daß die wenigen jetzt noch vorhandenen Spezies nur als schwache Ueberbleibsel einer gewaltigen Vergangenheit erscheinen. Zuerst erschienen Kopffüßer mit vier Kiemen und zahlreichen Fangarmen, vielkammerigen Schalen, die in ihrer letzten Kammer das Thier aufnahmen, so Ammoniten und Nautiliten; von letzteren ist noch die Sippe Nautilus übrig. Später erschienen die Kopffüßer mit zwei Kiemen und 8—10 Fangarmen, meist ohne Schale; so Belemnites, Orthoceratites, Sepia, Octopus, Spirula ꝛc. Die sogenannten Donnerkeile sind die gekammerten Rückenknochen der Belemniten, welche, in den oberen Jura- und unteren Kreideschichten ihre höchste Ausbildung erlangend, von da an abnahmen und ausstarben.

587. Die ältesten Krebse, bereits im Uebergangsgebirge vorkommend, rasch zu unermeßlicher Menge anwachsend, im Steinkohlengebirge abnehmend und schon in den oberen Gliedern desselben ganz verschwindend, waren die Trilobiten. Etwas später erscheinen Eurypterus und die zu den Asseln gehörende Idothea; im Kohlengebirge treten bereits die langschwänzigen, erst in den obersten Juraschichten die kurzschwänzigen Krebse (Krabben) auf, in der Kreide die Rankenfüßer, in den untersten Tertiärschichten die Heuschreckenkrebse, die Tausendfüße mit dem Bernstein. Die Arachniden reichen in sehr alte Epochen zurück; bereits im Kohlengebirge findet man Reste von Skorpionen und eigentlichen Spinnen; sie erhielten sich durch alle Formationen hindurch; zahlreiche Spezies, jedoch von den gegenwärtigen sämmtlich verschieden, schließt der Bernstein ein. Die meisten Milben, auf Pflanzen, Thieren, zersetzten Stoffen lebend, sind erst in der neuern Epoche entstanden.

588. Die Ausbildung der Insekten geht parallel der des Landes und seiner Pflanzenwelt; die Insekten sind für das Land, was die Crustaceen für das Meer. Die ersten Insekten erschienen in der mittlern Uebergangszeit, aber von hier durch Steinkohle und Trias findet man nur niedrigere, mit unvollkommener Verwandlung (Hemimetabola), Schaben und Heuschrecken. Im Jura walten auch noch die Hemimetabola vor; — es lebten Halbflügler, Heuschrecken, Termiten, Libellulinen, — zugleich sind aber schon solche mit vollkommener Verwandlung da, Fliegen, Ameisen, einige Käfer. Größere Insektenfülle erschien erst mit dem stärkeren Hervortreten der Phanerogamen und Laubholzbäume. Heer zählt für alle früheren Epochen nur 126 Spezies auf; die tertiären Lokalitäten Oeningen und Radoboj liefern hingegen allein 443 aus allen

Digitized by Google

Ordnungen; doch haben die mit unvollkommener Verwandlung noch ein günstigeres Verhältniß als jetzt; Schmetterling- und Bienenartige waren damals noch sparsam, weil die Blüthenpflanzen noch weniger vorherrschten. Unter den Ordnungen mit vollkommener Verwandlung trat eine der niedrigsten, die der Fliegen, zuerst auf, und zwar wieder die langhörnigen vor den kurzhörnigen, höher ausgebildeten, jetzt an Formenzahl weitaus überwiegenden; parasitische, rothes Blut trinkende Fliegen kommen fossil gar nicht vor, sind also neuester Entstehung. Schlupfwespen konnten vorzüglich erst mit den Schmetterlingen auftreten; diese, die Käfer und Immen, als die vollkommensten Ordnungen, sind erst nach der Tertiärzeit mit den Pflanzen, welche verwachsenblättrige Blumen haben, zu ihrem jetzigen Uebergewicht gelangt.

589. Die ersten Wirbelthiere sind Fische, welche, schon im Uebergangsgebirge auftretend, sich durch alle Erdalter hindurch in ungemeiner Mannigfaltigkeit erhalten haben. Von etwa 1500 versteinerten Spezies kommt keine einzige mehr lebend vor; in den ältesten und älteren Schichten finden sich sogar lauter der Jetztwelt fremde Familien und Sippen; erst in der Tertiärperiode treten noch jetzt lebende Sippen, jedoch mit ausgestorbenen Spezies auf. In der Grauwacke, den Kohlen-, Trias- und Juraschichten kommen nur Knorpelfische und Schmelzschupper vor, Gräthenfische erst in der Kreidezeit. Die ältesten Fische gehören zur gewaltigen Gruppe der Ganoiden und haben so abweichende Formen, daß man sie für Krebse, Wasserkäfer, Schildkröten hielt. Alle Fische bis zum Jura haben ein Knorpelskelet und heterocerke (unsymmetrische) Schwanzflossen *); im Jura erscheinen Ganoiden mit homocerken (symmetrischen) Schwanzflossen und Schuppen, denen der Gräthenfische ähnlich, welche letztere endlich in der Kreide auftreten und sich zu immer größerer Mannigfaltigkeit entwickeln.

590. Waren die riesigen Labyrinthodonten, deren Knochenreste namentlich im Muschelkalk vorkommen, wirklich amphibienartige Geschöpfe, so würde der Anfang der Amphibienklasse in die Zeit der Triasbildung fallen. Sie hatten Zähne, denen der Blindmolche (Caecilioidea) ähnlich, aber wahrscheinlich vier Füße und eine gepanzerte Haut; die Fährten, die man früher einem vermeintlichen Beutelthiere (Chirotherium) zuschrieb, rühren vielleicht von ihnen her. Froschartige Amphibien finden sich erst von den oberen Jurabildungen an. Die Klasse der Reptilien beginnt mit Eidechsen im Kupferschiefer; im Trias erscheinen die ganz verschwundenen abenteuerlichen Meerdrachen, welche Flossenfüße hatten und Fische fraßen; jüngere Formen dieser treten in den Juragebilden in Gesellschaft von Krokodilen, Schildkröten, merkwürdigen fliegenden Sauriern (Pterodactylus) und jetzt nicht mehr vorhandenen Riesenechsen (Iguanodon, Megalosaurus ꝛc.) in solcher Fülle auf, daß Huot das

*) Die Wirbelsäule lauft hier in den obern Schwanzlappen aus, während bei den jetzt lebenden Fischen (Haie, Störe und Knochenhechte ausgenommen) die Wirbelsäule am Anfang des Schwanzes und in der Mitte des Körpers endigt, wo dann die Schwanzflosse homocerk heißt. (Auch bei den jetzigen Fischen ist aber während des Embryozustandes der Schwanz heterocerk.)

Digitized by Google

„Reich der Reptilien“ in die Jurazeit setzte. Einige gigantische Landsaurier kommen noch in der Kreide vor, Schlangen erst in den Tertiärschichten. Colossochelys Atlas, eine Landschildkröte, aus Tertiärschichten am untern Himalayah, war 18 Fuß lang, 7 Fuß hoch. — Im bunten Sandstein findet man Fährten, die man großen Vögeln (Ornithichnites) zuschreiben will; die ersten Vogelknochen gehören aber der Kreide an. Sie werden in den Tertiärschichten, mehr noch den Breccien des Diluviums häufiger; manche lassen sich auf jetzt lebende Typen reduziren; andere gehören jenen Riesenvögeln (Dinornis) an, welche in Neuseeland so häufig, vielleicht noch in der Gegenwart oder nächsten Vergangenheit lebten.

591. Die ersten (sparsamen) Säugethierreste finden sich im Jura und stammen von zweierlei Beutelthieren. Diese Formen scheinen bald untergegangen zu seyn; in sämmtlichen Kreideschichten fehlen Säugethierreste ganz, kommen hingegen in den tertiären plötzlich in gewaltiger Menge vor. Und zwar gehört die Mehrzahl den in der Gegenwart nur in geringerer Zahl lebenden Dickhäutern, die bereits (jedoch mit Ausschluß der Elephanten-artigen) in den älteren Tertiärschichten auftreten, den Raubthieren, Fledermäusen, einem dem Makako ähnlichen Affen an. In den mittleren Schichten kommen nur Elephanten vor, dann Wiederkäuer, Pferde, Seekühe und Insektenfresser, in den jüngeren Schichten Robben, die gewaltigen Zeuglodon (Hydrarchos), Kameele, Bären, Stachelschweine; Zahn-arme, unter ihnen die ausgestorbenen riesigen Megatherien; diese Schichten, und noch mehr das Diluvium, sind durch eine gewaltige Entwicklung der Raubthiere charakterisirt. Eine sehr große Zahl von Säugethieren, unter ihnen die meisten Vierhänder, dann der Mensch, gehören dem neuesten Erdalter, der Alluvialzeit an. Man findet zwar Menschenknochen in Höhlen mit den Thierüberresten mittlerer und älterer Tertiärschichten, aber sie sind wahrscheinlich durch Einschwemmung oder sonst zufällig dahin gerathen; die auf Guadeloupe vorkommenden Skelete sind in Meerkalk eingeschlossen, wie er sich jetzt noch bildet.

592. Die jetzige Thierwelt bietet in ihrer staunenswerthen Mannigfaltigkeit für die nähere Betrachtung unerschöpfliche Reize dar. Der sinnreichste Bau, die verschiedensten Einrichtungen für unzählige Zwecke, die Verbindung ihrer zahlreichen Gruppen zu einem großen Ganzen, die gegenseitige Wechselwirkung, — erhalten das Interesse in fortwährender Spannung. Der materielle Nutzen, welchen die Thiere dem Menschen gewähren, indem sie ihm Stoffe zur Nahrung, Bekleidung, Erwärmung, Heilung oder zum Schmuck, zur Färbung ꝛc. liefern; indem sie ihm Lasten bewegen, bei der Jagd helfen, ihn vertheidigen, ist so groß, daß der Schaden dagegen gering erscheint, oft auch nur vermeintlich ist. Ohne das Thierreich hätte der Mensch die höheren Stufen der Kultur nicht ersteigen können.

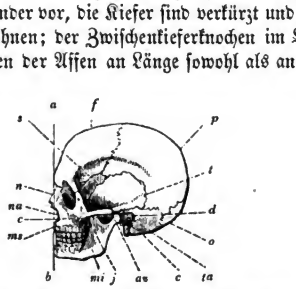
Vom Menschen.

593. Nachdem die Organisation der Erde bereits ihre gegenwärtige Beschaffenheit erreicht hatte, trat der Mensch in's Daseyn, der Organismus

Digitized by Google

der Intelligenz, welcher einerseits den Höhepunkt der vollkommensten Thiere — der mit Schädel und Wirbelsäule versehenen — bildet, andererseits vermöge der höhern, ihn tragenden Idee eine eigene Ordnung der Dinge eröffnet und ein neues Reich von Erscheinungen begründet, welches in fortwährender unabsehbarer Entwicklung begriffen ist. Weil die Idee des Menschen, die ihn erzeugende und erfüllende Potenz, von höherer Art ist, ist auch seine Organisation vollkommener, und überdieß Gleichgewicht und Harmonie seiner Kräfte und Eigenschaften hergestellt, mit Ausschluß des einseitigen Ueberwiegens dieser oder jener, welches die Thiere charakterisirt. Deßhalb kann der Mensch auch sehr verschiedene Nahrung genießen, in den verschiedensten Gegenden und Klimaten leben (sein Verbreitungsbezirk ist nicht ein Theil, sondern die ganze Erde) und vermöge der außerordentlichen Bestimmbarkeit seiner Natur die verschiedensten Verrichtungen ausüben. Seine vollkommnere Organisation, erzeugt durch das bildende Naturprinzip, wirkt wieder auf den im Stoffe verhüllten Geist zurück, so daß derselbe, — was er auf dieser Stufe seines Daseins nöthig hat, — durch jene in Verkehr mit der Welt treten und sich an ihr entfalten kann.

594. Die äußerlichen Unterschiede des Menschen vor den ihm nächst verwandten Thieren, den gleichsam Zerrbilder von ihm darstellenden Affen, sind nicht unbedeutend. Der kuglige Kopf, an seiner tiefsten Stelle am ersten Halswirbel eingelenkt, zeigt nach Vorne eine freie, gewölbte Stirne; das Gesicht tritt unter den Schädel zurück, so daß der sogen. Gesichtswinkel, — welcher an der Scheidungsstelle zweier Linien entsteht, deren eine von der Stirne zum Kinn, die andere vom Oberkiefer zur äußern Ohröffnung gezogen wird, — wenigstens 70 Grad beträgt und von da bis 90 steigt (beim jungen Orangschädel kaum auf 60, der alte hat ein viel ungünstigeres Verhältniß, da die Affen mit dem Alter niedriger, brutaler werden; beim Makako ist der Winkel noch kleiner). Die frei beweglichen Augen sind nach Vorne gerichtet, die äußere Nase ragt bedeutender vor, die Kiefer sind verkürzt und tragen eine ununterbrochene Reihe von Zähnen; der Zwischenkieferknochen im Oberkiefer fehlt. Der Hals übertrifft den der Affen an Länge sowohl als an Beweglichkeit, die Wirbelsäule ist



f Stirnbein; *p* Scheitelbein; *t* Schläfenbein; *o* Hinterhauptsbein; *ta* Oeffnung des Gehörganges; *c* Gegend des Hinterhauptsloches; *as* Jochbogen; *j* Jochbein; *mi* Unterkiefer; *ms* Oberkiefer; *na* Nasenöffnung; *n* Nasenbein; *s* Großer Keilbeinflügel; *ab* und *cd* Linien, welche den Gesichtswinkel (s. o.) einschließen.

Negerschädel.

Makakoschädel.

Digitized by Google

kürzer, gekrümmt, der Rumpf mehr in die Breite ausgedehnt; die Arme sind viel kürzer als bei den Affen, die Oberschenkel länger, das Becken weiter und größer, der Bauch gerundeter, Hüften-, Schenkel- und Wadenmuskeln ungleich stärker entwickelt. An die breiten Schultern heften sich Arme mit feinster Beweglichkeit und endigen in Händen von unvergleichlich vortheilhaftem Bau; Finger und Zehen tragen nur dünne, platte Nägel, eben fest genug, um beim Fühlen als Widerhalt zu dienen.

595. Die oberen und unteren Extremitäten, bei den Affen so sehr ähnlich, zeigen beim Menschen bedeutende Verschiedenheit; die obere Extremität hat augenscheinlich eine ganz andere Bestimmung als die untere, zum Gehen bestimmte; der Mensch allein hat zwei Hände und zwei Füße (weßhalb ihn Linné als Ordnung Bimana aufstellte), letztere sind breit, mit starken Fersenballen versehen und die große Zehe ist nicht wie bei den Affen den übrigen entgegensetzbar. Dieses, sowie die Einlenkung des Kopfes, Form des Rumpfes und Lage der Eingeweide zeigen deutlich, daß für den Menschen weder der Gang auf Vieren, noch das Klettern, sondern allein die aufrechte Stellung die natürliche sey. Ohne Zweifel finden sich auch im feinern Bau der Sinnesorgane, des Nervensystems und Hirns bis jetzt noch unbekannte Unterschiede. Die größtentheils nackte Haut zwingt den Menschen zur Erfindung wärmender und schützender Bedeckung und zum Bau geeigneter Wohnungen. — Die großen Vortheile seiner Organisation sind aber nur mit Aufopferung minder bedeutender zu erreichen; der Mensch klettert und schwimmt sehr mühsam, ein Fall bringt ihm größere Gefahren als den Thieren, Verletzungen, Temperaturwechsel wirken empfindlicher. Er ersetzt aber diese Mängel z. Th. durch künstliche Hilfsmittel in überwiegender Art; durchmißt den Ocean und Länder mit einer an den Flug erinnernden Geschwindigkeit, erzeugt durch Kleidung und Heizung künstliche Temperatur. Der Mensch allein hat Vernunft und darum Sprache im eigentlichen Sinn, als symbolischen und konventionellen Ausdruck des Gedankens. Die höhere Rangstufe, die er einnimmt, spricht sich außer der aufrechten Haltung und der Sprache besonders durch den Ausdruck des Gesichtes, des Spiegels der Seele, und den Blick aus, in welchem der den Körper veredelnde und verklärende Geist durchleuchtet.

596. Die verschiedenen Formen, in welchen der Mensch auf der Erde vorkommt*) wurden bald als Varietäten, bald als eigene Spezies gedeutet. Ihre Unterschiede sind nicht groß genug, um sie als Spezies gelten zu lassen, um so weniger, als fruchtbare Vermischung aller stattfindet; sie haben aber auch nicht vollkommen den Charakter der Varietät oder Race, weil sie Jahrtausende hindurch konstant bleiben, sich im Laufe einiger oder vieler Genera-

*) Nach einer Mittheilung des statistischen Bureau's in Berlin, 1851, Nr. 6, leben auf der Erde 1030 Millionen Menschen; 260 in Europa, 610 in Asien, 108 in Afrika, 50 in Amerika, 2 in Australien. Jährlich sterben etwa 30 Millionen, 34—35 werden geboren. Nach Dieterici (Vortrag zu Berlin, 1852) beträgt die Gesammtzahl 1100 Millionen, wovon 257 in Europa; Buddhaisten und Bramisten 560 Millionen, Christen 304, Mohamedaner 141, Juden 8, Heiden 57.

Digitized by Google

tionen (s. §. 359 Anm.) nicht aufheben. Es findet daher beim Menschen ein eigenthümliches Verhältniß statt. — Die vorzüglichsten Unterschiede zeigen sich in der Bildung des Schädels, des Gesichts, des Beckens, der Hautfarbe. Retzius unterscheidet am Schädel die brachycephalische Form, welche kurz, rund oder viereckig ist, fast gleich lang wie breit, und die dolichocephalische, welche lang, oval ist, so daß wegen der größern Entwicklung des Hinterhaupts die Länge des Schädels viel bedeutender als seine Breite ist; also Kurzköpfe und Langköpfe. Das Gesicht ist orthognathisch, wenn die Profillinie wegen gerader Stellung der Kiefer und Zähne fast lothrecht ist, wie bei den edleren Menschenstämmen, oder prognathisch, wenn wie bei Thieren die Zahnhöhlen und Zähne schief vortreten; so bei den niedrigeren Völkern. Diese zwei Schädel- und zwei Gesichtsformen kommen unter sich kombinirt vor, so daß vier Kopfformen entstehen: Dolichocephalisch-orthognathisch sind die germanischen und romanischen Völker, die Hindu, Georgier, Mauren, Abyssinier; brachycephalisch-orthognathisch die Slaven, Türken, Basken, Buräten, Jakuten, Perser, Afghanen, Topalen, wahrscheinlich waren es auch die alten Azteken. Dolichocephalisch-prognathisch sind Chinesen, Japanesen, Amboinesen, Australier, Neger, die Mehrzahl der Amerikaner. Brachycephalisch-prognathisch sind Kalmücken, Malayen, Tahitier, Papua's, die Natchez, Creeks, Seminolen, Charruas, Puelchen, Araukaner. — Von den vier Beckenformen kommt im Allgemeinen die ovale dem Europäer, die runde dem Amerikaner, die vierseitige dem Mongolen, die keilförmige dem Neger zu, obschon sich bei derselben Race alle vier Formen finden. Bei den Weibern der Botocuden und mehrerer schwarzen Stämme hat das Becken bisweilen eine mehr thierische Form.

597. Die verschiedene Färbung der Haut rührt von dem unter der durchsichtigen, fast farblosen Epidermis sich entwickelnden, mehr oder minder kohlenreichen Pigment her. Auch beim Europäer sind einige Hautstellen durch solches Pigment dunkler gefärbt, bei den farbigen Racen verbreitet sich die Pigmentbildung über den ganzen Körper und die Haut erscheint nach der besondern Beschaffenheit des Farbstoffes und der dünnern oder dickern Oberhaut gelb, braun, kupferroth, bronzefarben, mäusegrau und schwarz. Die Pigmentbildung ist ursprünglich schon in den Racen begründet; Versetzung in heißere oder kältere Gegenden bewirkt bloß einige Verdunklung oder Verblassung. — Mit der Färbung der Haut steht die des Haares in Beziehung; blonde Haare kommen mehr bei den weißen Völkern vor; rothe, braune, schwarze bei weißen und farbigen. Meist ist das Haar lang und schlicht, nur in geringerem Grade zur Lockenbildung geeignet; bei den Negern hingegen kurz und kraus. Mit braunem und schwarzem Haar sind mehr Augen gleicher Farbe, mit blondem Haar häufiger blaue und graue Augen verbunden.

598. Eine scharfe Eintheilung der Menschenformen ist nicht möglich, weil sie durch unmerkliche Uebergänge mit einander verbunden sind, indem Jahrtausende hindurch Mischungen stattgefunden haben. Die Extreme bilden die weißen und schwarzen Völker; die farbigen stehen in gewissem Sinne in

Digitized by Google

der Mitte. Zu den weißen oder kaukasischen Stämmen gehören mit Ausschluß der Finnen und Lappen sämmtliche Europäer, die Bewohner Westasiens, in Nordafrika die Mauren und Abyssinier. Der Schädel ist rundlich, die Stirne gewölbt, der Gesichtswinkel beträgt 80—90°, die schmale, mehr oder minder gebogene Nase tritt ziemlich hervor, die senkrecht stehenden Zähne werden von mäßig dicken Lippen bedeckt; das Kinn tritt etwas vor; die Farbe der Haut ist mehr oder weniger weiß, vom durchschimmernden Blute besonders an den Wangen geröthet, in den wärmeren Ländern in's Bräunliche ziehend; die Haare sind lang und weich, blond bis schwarz, wie der Bart reichlich.*) Die diesen gegenüberstehenden schwarzen Stämme begreifen die Bewohner Mittel- und Südafrika's, die Neger nebst den Kaffern, Hottentotten, Buschmännern, die Papua's im indischen Archipel, die schwarzen Stämme Neuhollands, Australier und Alfuru's. Hier ist der Gesichtswinkel nur 70—75°, der Kopf mehr schmal, seitlich zusammengedrückt, der eigentliche Schädel lang und schmal (dolichocephalisch), die niedere Stirne tritt zurück, die Wangenknochen sind nach Vorne gerichtet, die kleine, dicke, breite, oben eingedrückte Nase stülpt sich auf; der Oberkiefer tritt vor und die schräg gestellten Zähne decken dicke, wulstige Lippen; das Kinn tritt zurück. Die Hautfarbe ist schwarz oder schwarzbraun, das Haar schwarz, meist stark, bei der Mehrzahl wollig und kraus.

599. Die farbigen Volksstämme fallen, wie gesagt, in die Mitte zwischen diese Extreme, von welchen das eine die entwickeltsten, das andere mehr embryonale Menschen begreift; auch der Kaukasier hat als Fötus im Mutterleibe und oft noch eine Zeit lang nach der Geburt das mehr thierische Ansehen des Negers rücksichtlich der Schädelbildung und des Gesichtsausdrucks. — Am nächsten stehen den Kaukasiern oder, wie sie Prichard nennt, Iraniern, die Malayen, die braunen Menschen, Malacca, die Molukken, die Sunda-Inseln, Philippinen, Marianen und Südsee-Inseln bewohnend. Der Schädel ist mäßig schmal, die Stirne krummgewölbt, etwas vorstehend, der Oberkiefer ragt nur mäßig vor, so daß der Gesichtswinkel fast die Größe hat, wie beim Kaukasier; die Nase ist dick, platt, stumpf; der große Mund wird von dicken Lippen geschlossen. Die Hautfarbe ist hell- bis kastanienbraun, das Haar schwarz, weich, dicht, lockig. Es kommen unter den Malayen, namentlich der Südsee-Inseln auffallend schöne Gestalten vor. Die mongolischen oder gelben Stämme, von Prichard Turanier genannt, in Europa Lapp- und Finnland, in Asien das große Hochland, den ganzen Norden und Osten bewohnend, im nördlichsten

*) Diese Menschenform ist ohne Zweifel die am höchsten stehende, am meisten harmonische; wenn ein Sinn bei ihr mehr ausgebildet ist, als bei den anderen, so muß es der Geschmack sein; bei den Wilden Amerika's scheint der Geruch, bei den Mongolen das Gesicht vorzüglich scharf zu seyn. Bei den weißen Völkern findet sich eine fortschreitende Kultur, bei den gelben nur eine stehengebliebene, die rothen hatten eine vorübergegangene. Große Reiche haben bloß diese drei gegründet; wie auch nur sie eine Geschichte haben. Eigentliche Genie's, Gesetzgeber, Religionsstifter, kommen nur bei ihnen vor, obschon auch von schwarzen Stämmen einzelne Individuen sich hervorthaten, meist aber nur an fremder Kultur sich aufrichtend.

Digitized by Google

Amerika als Eskimo's und Grönländer verbreitet, haben einen fast viereckigen Kopf mit breiter, niedergedrückter Stirne, Gesichtswinkel 75—80°; das Gesicht ist breit, die Backenknochengegend tritt stark hervor; die Nase ist kurz, stumpf, breit; die Augen stehen weit aus einander mit enggeschlitzten, schief nach innen und unten gerichteten Lidern; die Zähne sind stumpf, das Kinn springt vor; die Hautfarbe ist weizengelb, das Haar schwarz, schlicht, sparsam. — Die amerikanischen oder rothen Menschen, mit Ausnahme der Eskimo's und Grönländer alle Ureinwohner Amerika's umfassend, haben bald einen mehr schmalen und langen, bald mehr runden Schädel (die ersteren bilden jedoch die Mehrzahl), mit kurzer Stirne, tiefliegenden Augen, breitem Gesicht mit vorstehenden Wangenknochen, etwas stumpfer Nase. Die Haut ist meist bräunlich-kupferfarben, selten heller, bei einigen Stämmen der heißen Zone fast schwarz; das Haar schlicht, schwarz, sparsam, der Bart auffallend schwach.

600. Cuvier nimmt nur weiße, schwarze und gelbe Race an und betrachtet die Malayen als eine Varietät der weißen, die Amerikaner als eine Abzweigung der gelben Race; Prichard stellt 7 Klassen auf: a) Iranier (Kaukasier Blumenbach's), b) Turanier (Mongolen Blumenbach's), c) Amerikaner (mit Ausnahme der Eskimo's und Grönländer), e) Buschmänner und Hottentotten, f) Neger, g) Papua's (wollhaarige Schwarze Polynesiens), h) Alfuru's und Australier. Jede dieser Klassen zerfällt in eine mehr oder minder große Anzahl von Gruppen und Stämmen. — Der Zahl nach behaupten die Mongolen das Uebergewicht; auf sie folgen die Kaukasier, dann die afrikanischen Neger. Bloß diese drei Hauptvarietäten scheinen auch für die Zukunft ihre Existenz gesichert zu haben, während die anderen sich immer mehr vermindern, der Ausrottung und dem Aussterben entgegen gehen. Denn ähnlich, wie in der Umwandlung der organischen Natur die höheren Formen nach und nach herrschend wurden, die niedrigeren zurücktraten, gehen nach einem unerbittlichen Gesetz die niedrigeren Menschenformen theils unter, theils dauern sie nur in der Vermischung mit den herrschenden fort.

601. Wie die Zeit, so ist auch die Art der Entstehung des Menschengeschlechts so wenig bekannt, als die einer andern organischen Spezies; man hat sich bis jetzt nicht darüber vereinen können, ob eine der jetzigen Formen die erste war und die andere von ihr abgeleitet (wobei, wenn jene erste die weiße war, die übrigen als Entartung erscheinen würden, so daß Manche die schwarze als Urrace annehmen, und aus ihr die übrigen, zuletzt die weiße durch Vervollkommnung hervorgehen lassen) oder ob der Urstamm, aus dessen Differenzirung die jetzigen Racen hervorgegangen wären, gar nicht mehr existirt (ähnlich wie bei manchen Hausthieren). Manche setzen den Ursprung der Menschheit um so früher, als auch die allerältesten Völker, von deren Wanderungen die Ueberlieferung spricht, bei ihren Zügen in fremde Gegenden auf schon hier süßige Völker treffen, was wieder Veranlassung gibt, das Menschengeschlecht als in verschiedenen Gegenden der Erde unabhängig von einander entstanden, und die Racen, welche immer schon vorhanden waren, so weit die Geschichte reicht, als Autochthonen anzusehen.

Digitized by Google

602. Aus der Kulturgeschichte, namentlich der Vergleichung der philosophischen und Glaubenslehren, wollen manche Forscher der neuesten Zeit die Ansicht begründen, daß zuerst in Aequatorialafrika Menschen entstanden seyen, und zwar eine schwarze, niedrigere und eine braunrothe, höhere Form, welche die früheste Kultur geschaffen hat. Durch Auswanderungen, welche nach heftigen Kämpfen vor 6000 Jahren oder noch früher stattfanden, wurde von dieser rothen Race Amerika bevölkert, wohin ein Theil ihrer Schaaren über Asien und den indischen Ocean gelangte; ein anderer zog in's Nilthal und bildete vereint mit der untergeordneten schwarzen das Volk der Aegypter, andere Züge gelangten nach Vorderasien und wurden in Folge der Mischung mit den Weißen die Stammväter der semitischen Völker, Araber, Syrer, Juden, und der Basken. In Asien entstanden die weißen und gelben Menschen; erstere, die hochorganisirten *Arier*, wanderten nach Europa und Indien aus, welches letztere Land sie theilweise schon von rothen und schwarzen Menschen bevölkert trafen; letztere waren aus Afrika gekommen und breiteten sich über Australien und einen Theil Polyneſiens aus. — Es läßt sich eine Entscheidung dieser Controversen nur aus sehr umfassenden und gründlichen Untersuchungen eines Theils über die physische Beschaffenheit der verschiedenen Formen, anderntheils über ihre *Sprachen*, ihre kulturhistorischen Denkmale und ihre Glaubenssysteme *vielleicht* erwarten. — Die Menschenracen verschmelzen übrigens immer mehr und es entstehen die verschiedensten *Mischlinge*; edle Nationen geben bei der Kreuzung *trefflichere* Sprößlinge, unedle Nationen oder Racen *schlechtere*, z. B. Indianer und Neger körperlich und geistig sehr verkommene Wesen.

603. Die Verrichtungen des *physischen* Lebens gehen beim Menschen im Allgemeinen wie bei der obersten Klasse des Thierreiches vor sich. Der Neugeborne mißt 16—20 Zoll, die Länge des ausgewachsenen Menschen wechselt von 4—6 Fuß; das Längenwachsthum ist erst im 25—30. Jahre beendigt. Die Völker der gemäßigten Zonen sind im Ganzen von höherem Wuchs, als die der heißen Gegenden und besonders als die Polarvölker. Die Menschen der kalten Gegenden sind dick und breit, die der heißen mehr schlank und mager; die mittlere Oberfläche des menschlichen Körpers beträgt etwa 15 Quadratfuß; das mittlere Gewicht wechselt von 110—150 Pfund; beim Neugebornen beträgt es 6—7 Pfund. — Der Mensch ist groß genug, um die mächtigsten Thiere und den Urwald mit seinen riesigen Bäumen bezwingen, und doch nicht zu groß, um sehr feine und kleine Gegenstände mit Sicherheit behandeln zu können. Die Höhe des Kopfes beträgt beim Manne im Mittel 8″, die des Rumpfes 24, die Länge des Fußes 9″ 9‴, des Ober- und Unterschenkels 29″ 3‴, die Höhe der Fußwurzel 2″ 9‴, die Länge der Hand 7″ 3‴, des Ober- und Unterarms 21″ 9‴. (Bei den Männern sind die Extremitäten, bei den Frauen ist der Rumpf verhältnißmäßig länger.) Die Höhe der Vorderseite des Kopfes mit 3 multiplizirt gibt die Länge des Rumpfes, die Länge der Hand gibt mit 3 multiplizirt die des Ober- und Unterarms, die des Fußes mit 3 multiplizirt die Länge des Ober- und Unterschenkels. Eine Linie vom Scheitel bis zum Boden gezogen theilt den Körper in zwei äußerlich symmetrische Seitenhälften; innerlich liegen in

Digitized by Google

jeder derselben ziemlich die gleichen Organe, doch gibt es einige unpaarige, die entweder in der Mittellinie, oder in einer der beiden Hälften liegen.

604. Der Mensch gehört zu jenen Wesen, bei welchen nach der Verlassung der Eihüllen keine wesentlichen Aenderungen der Gestalt mehr eintreten, obschon Geschlecht, Alter, Beruf und Konstitution, abgesehen von Krankheiten, kleinere Formänderungen herbeiführen. So überwiegt beim Kinde noch die obere Körperhälfte, die Beine sind kurz, der Rumpf lang, der Kopf so groß, daß er noch im dritten Jahre $^1/_5$ der ganzen Länge, beim Erwachsenen hingegen $^1/_8$ beträgt. Die Greise haben einen kleinern Schädel als die Männer im Mittelalter, mit niedrigerem Gesicht (wegen des Verlustes der Zähne). Nach dem fünfzigsten Jahre wird der Leib kürzer, weil das Rückgrat sich krümmt, und die Wirbel- und Schenkelknochen schwinden. Der weibliche Körper ist kleiner als der männliche, seine Umrisse sind weniger scharf, die festen Theile weicher und zarter, Zellgewebe und Fett mehr entwickelt. Der Kopf ist kleiner und runder, am Rumpfe sind Hals und Bauch länger (beim Manne die Brust), das Becken ist breiter und niedriger, die Glieder sind kürzer. Jedes Geschlecht hat neben dem Gemeinschaftlichen im Lebensgange, in den Krankheiten ꝛc. seine Besonderheit. In jedem menschlichen Körper wiegt wieder dieses oder jenes organische System (Nerven oder Blut, Verdauung oder Athmung ꝛc.) vor, wodurch die allgemeine Beschaffenheit oder Constitution entsteht, die in Verbindung mit dem Temperament dem Körper sein eigenthümliches Gepräge, seinen Habitus gibt, und auf alle Lebensäußerungen, auch auf die Krankheiten, bestimmend einwirkt.

605. Im Leben der menschlichen Gattung lassen sich wie überall bestimmte Gesetze wahrnehmen, Abweichungen von denselben gleichen sich periodisch aus. In unseren Gegenden werden stets 21 Knaben gegen 20 Mädchen geboren (in anderen Gegenden ist das Verhältniß 16 : 15, bei den Juden in Preußen werden merkwürdigerweise $111_{,21}$ Knaben auf 100 Mädchen geboren); im selben Verhältniß ist auch die Sterblichkeit des männlichen Geschlechts größer. Nach großen Seuchen und Kriegen nimmt die Zahl der Geburten zu. Die mittlere Lebensdauer hat sich in neuerer Zeit fast in ganz Europa vergrößert, in England betrug sie z. B. von 1693—1779 für fünfjährige Menschen 41 Jahre, jetzt 51; für zwanzigjährige 31 Jahre, jetzt 41, für vierzigjährige 22 Jahre, jetzt 36; für sechzigjährige 12 Jahre, jetzt 15. Vermehrung der mittleren Lebensdauer und Bevölkerungszunahme hängen von gleichen Faktoren ab; von guter Regierung und Verwaltung, besserer physischer und moralischer Erziehung, vernünftigerer Bauart, größerer Reinlichkeit, Aufschwung des Handels und der Gewerbe, Nahrungsreichthum, Verbesserung des Medizinalwesens und der Gesundheitspolizei. Kriege, Seuchen, Auswanderung, Stockung des Verkehrs und der Arbeit, Sittenlosigkeit, übertriebener Luxus und vor allem Hungersnoth verhindern das Wachsen der Bevölkerung; von allen europäischen Ländern findet in Preußen die stärkste Zunahme statt; von 1817—1850 stieg seine Bevölkerung um 6 Millionen, jährlich um $1^3/_4$ Prozent.

606. Die jährliche Sterblichkeit scheint im Allgemeinen in Europa von

Digitized by Google

Norden nach Süden zuzunehmen, in Norwegen stirbt jährlich ein Mensch auf 48, in Rußland 1 auf 45; in der Schweiz, Oesterreich, der iberischen Halbinsel ist das Verhältniß 1 : 40, in den Niederlanden, Frankreich, Preußen 1 : 39; in Italien, Griechenland, der Türkei 1 : 30. Jetzt treffen in Europa 4—5 Geburten auf eine Ehe. Die meisten Geburten finden von 9 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens statt; die Zahl der Nachtgeburten verhält sich zu der der Taggeburten wie 125 : 100. Das Maximum der Geburten fällt in den Februar und März, das Minimum in den Juni und Juli. Je mehr das Alter des Vaters das der Mutter übertrifft, desto mehr Knaben werden erzeugt. Die meisten Erkrankungen finden bei den niedrigsten, die geringsten bei den höchsten Temperaturen statt; im Januar ist der Gesundheitszustand am ungünstigsten, im Dezember am günstigsten, die meisten Todesfälle treten (wegen der Nachwirkung des Winters) im Frühling, die wenigsten im Sommer ein; die meisten Menschen sterben vor Mittag, die wenigsten vor Mitternacht. Die Sterblichkeit ist in der frühesten Kindheit am stärksten, fällt bis zum 8—10 Jahre, bleibt dann einige Jahre gleich und wächst dann mit jeder Altersstufe; daraus ergibt sich die Lebensprobabilität für jede Altersstufe, d. h. die Wahrscheinlichkeit, ob Jemand das nächste Lebensjahr vollenden oder in dessen Laufe sterben werde. Für einen Vierzigjährigen ist in den belgischen Städten (nach Quetelet) die Wahrscheinlichkeit im einundvierzigsten Jahre zu sterben = $^1/_{57}$, d. h. von 57 Männern, die 40 Jahre alt sind, stirbt im einundvierzigsten Jahre einer. Die Lebensdauer der Wohlhabenden ist länger, als die der Armen; in den reichen und armen Quartieren von Paris ist (nach Benoit de Chateauneuf) dieses Verhältniß = $1{,}_{31} : 1{,}_{38}$. Hingegen gehören die ältesten Leute den ärmeren Klassen an. Jedes Geschlecht und jedes Alter haben wieder besondere Anlässe zur Erkrankung und zum Tode; die Krankheiten der Jugend verlaufen rasch, leicht gefährlich, die des Alters langsamer, nicht so leicht tödtlich; in den Uebergangsjahren von Kindheit zu Jugend, vom Mannes- zum Greisenalter (den sogen. klimakterischen Jahren) verschwinden und entstehen manche Krankheiten. Der Mann erträgt kurze, aber große körperliche Anstrengungen leichter, das Weib geringere, aber länger dauernde. In der Kindheit leidet am meisten der Kopf, in der Jugend die Brust, im Alter der Unterleib. — Aehnliche Gesetze lassen sich aus allen Beziehungen der Gesellschaft abstrahiren; die Zahl der Irren, der Verbrechen und Verurtheilungen ꝛc. bewegt sich in bestimmten Grenzen, so lange die Umstände einer größeren Gesellschaft die gleichen bleiben; mit der Aenderung dieser treten andere Verhältnisse ein.

Schluß.

Die Natur, deren Wesen in diesem Buche nur in ihren Hauptzügen dargestellt wurde, erscheint uns als ein unermeßliches System einer Unzahl von Formen und Erscheinungen; das Bild, welches sie in ihrem Daseyn und Fortgang entrollt, ist feierlich ernst und überwältigend groß. Der Mensch mit seiner Geschichte wurzelt in dem Boden dieser kleinen Erde, die nur ein dunkler

Digitized by Google

Stern unter Millionen Sternen ist, er ist eng verflochten mit der Beschaffenheit und dem Entwicklungsgang des heimathlichen Planeten, dessen Lebensnormen zugleich zu Normen *seines* Lebens werden. Er hat in dieser Richtung die Bestimmung, die Erde mit all ihrem Inhalt zu erkennen, sie zu bauen und zu veredeln, und auf ihr ein würdiges Leben für sich zu gründen, ein Leben der Wahrheit, Freiheit und Liebe. — Der *Geist* des Menschen ist aber nicht zufrieden, die Erdenwelt zu umfassen, er *wird angetrieben*, zu den anderen Sternen des Himmels hinaus zu dringen, deren Bahnen und Bewegungen er mißt, deren Beschaffenheit er zu ergründen sucht. Mit *dieser* Seite seines Wesens gehört also der Mensch nicht bloß der Erde, sondern dem Universum an, in welchem er ein *Unendliches* erkennt. Eine Unendlichkeit anderer Art findet er auch in sich selbst; sie ist es, welche ihn zu immer neuen Flügen, zu nimmer ruhenden Anstrengungen treibt, einerseits die Welt, andererseits sich selbst zu begreifen. Er fühlt aber auch zugleich die Schranken, die ihm auf dieser doppelten Bahn gezogen sind; so unmöglich es ist, daß der Mensch der Erde sich über sie aufschwinge und die fernen Welten, deren Abglanz ihm nur zuleuchtet, schauend und fühlend erkenne, so unergründlich bleibt ihm die Tiefe seines eigenen Wesens: hiemit auch der letzte Zweck seines Daseyns und das Endziel der Menschheit. Haben wir nun erkannt (Einleit., S. 5, 6), daß die Natur nicht etwa ein System bloßen Gleichgewichts, sondern zu solchem Ineinanderwirken verbundener Kräfte sey, daß durch dasselbe höhere Zwecke verwirklicht werden können, so müssen wir sie für jene Region halten, in welcher der Geist zum Bewußtseyn gelangen und zur Erkenntniß *angeleitet* werden soll, welche aber sein Bedürfniß nur *theilweise* befriedigen kann. Hiemit ist die Hinweisung auf andere Daseynsformen gegeben, welche dem *subjektiven* Geiste in vollem Umfange gewähren können, was er seinem tiefsten Wesen nach bedarf. Durch seinen Geist hängt aber der Mensch mit dem universalen Geiste und durch diesen mit dem Innersten der Welt zusammen, welches zugleich ihr Erstes und ihr Letztes ist.

Digitized by Google

Zusätze und Verbesserungen.

Zu §. 38. Außer Lord Rosse's Reflektor wurde neuerlich in England ein zweites Riesenfernrohr aufgestellt: der Refraktor des Predigers Craig, 85' lang, Brennweite des Objektivs 72', Oeffnung 2'. Diese größten Fernröhre lösen eine Menge Nebelflecke in unzählbare Sterne auf; für Einzelsterne gehaltene zeigen sich als Sternhaufen. Mit Craig's Achromat entdeckte man 1852 einen dritten innersten Saturnsring von glänzender Schieferfarbe.

Zu §. 153. Die ganze Oberfläche der scheinbaren Himmelshohlkugel enthält 41,252 Quadratgrade.

§. 171. Die hier behandelte zweite Ordnung nannte man früher Asteroiden, jetzt lieber Planetoiden.

§. 190. Der jüngere Littrow glaubt, daß die Kometen nicht dem Sonnensystem, sondern dem Fixsternhimmel angehören. Daher bewegen sie sich in allen möglichen Richtungen nicht bloß wie die Planeten und ihre Monde von West nach Ost. Einige Kometen sind aber Körper unseres Sonnensystems geworden, nämlich die, welche gleichsam von unserer Sonne gefangen, an sie gebannt wurden, im Verlaufe der Zeit regelmäßige elliptische Bahnen erhielten und deßhalb wiederkehren. Zu den drei bisher als solche bekannten ist der Faye'sche als vierter gekommen, welcher 1850 wiederkehrte. (Die rechtläufigen wiederkehrenden Kometen könnten übrigens doch aus der gemeinschaftlichen Urmasse des Sonnensystems hervorgegangen seyn.)

Zu §. 200. Bessel entdeckte in seinen letzten Lebensjahren Abweichungen in der Bewegung einiger Fixsterne, namentlich des Sirius und Procyon, „und nahm an, daß diese Sterne Glieder von Partialsystemen seyen, in denen sie eine Bahn um einen in ihrer Nähe befindlichen, uns unsichtbaren Körper beschreiben: daß es folglich nichtleuchtende oder zu schwach leuchtende Körper gebe, um welche sich andere, weit stärker leuchtende als ihre Trabanten bewegen.“ Struve hielt diese Anomalien der Eigenbewegung für nicht hinreichend begründet, Mädler hingegen, gestützt auf Erscheinungen an gewissen Doppelsternen, wo die Bewegung sich auch nur durch Annahme eines unsichtbaren Körpers erklären läßt, sucht Bessel's Hypothese zu begründen. Populäre Astronomie, 4. Aufl., Nachträge S. 16.

Zu §. 203. Nach J. Herschel's mit dem Astrometer angestellten Messungen ist der Glanz auch der Sterne sogen. erster Größe sehr verschieden; wenn man den großen Glanz durch kleine Zahlen ausdrückt, so ist das Verhältniß z. B. bei

Sirius (dem hellsten Fixsterne)	0,08	Acharnar	1,09
Canopus	0,29	Aldebaran	1,1
Arktur	0,77	Atair	1,28
Rigel	0,82	Spica	1,38
Wega	1,0		

Digitized by Google

§. 267. Am Schlusse der Anmerkung füge die Worte bei: zu vergleichen.

§. 309 ff. Die Worte eocen, miocen, pliocen schreibt man richtiger eocän, miocän, pliocän.

§. 311. Dinotherium, von Kaup zu den Pachydermen gestellt, bringt Blainville zu den Sirenien, Giebel zu den Pinnipedien.

Seite 153, Anm. 1. Das Haus auf dem Theodulpasse soll erst gebaut werden, wie mir im Herbst 1852 in Zermatt gesagt wurde.

§. 360. Gegen das Ende lies statt Hauptstück 5 ffg. — Hauptstück 5 d.

§. 414. Auch bei Victoria regia Lindl. hat man zur Befruchtungszeit bedeutend erhöhte Temperatur wahrgenommen; ein zwischen die Staub- und Fruchtblätter gestellter Thermometer stieg (bei 17° R. Lufttemperatur) auf $22^1/_2{}^0$ R. Löffler, die königl. Wasserlilie, Victoria regia etc. Hamburg 1852.

§. 433. Nach Ritter wäre der Sudan, also Afrika die Heimath des Kaffeebaumes, wo er überall wild und in großen Wäldern vorkommt. Ritter, geogr. Verbreit. einiger charakt. arab. Produkte, S. 5.

§. 449. Unger hat ausgemittelt, daß die Flora der Miocänperiode in Europa große Aehnlichkeit mit der gegenwärtigen Flora der südlichen Vereinigten Staaten und Hochmexiko's habe; nach neuesten Forschungen ist aber auch das indische Vegetationsgebiet fast ebenso sehr vertreten. Ganz anders verhält sich die Eocänperiode, in welcher der (gegenwärtige) neuholländische Charakter überwiegt.

§. 505. Im Winter- und Sommerschlafe ist das animalische Leben so viel wie ganz, das vegetative fast ganz unterdrückt, so daß auch Athmung und Absonderung auf ein Minimum reducirt ist. Es ist dieses eine ökonomische Einrichtung der Natur; in Winter- und Sommerschlaf verfallen Thiere, deren sonstige Beschaffenheit Erwerbung von Nahrung in diesen Perioden nicht gestatten würde.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google